

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

SILNIČNÍ DOPRAVA A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

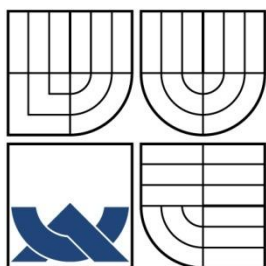
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

BC. NOVOTNÝ VÁCLAV

BRNO 2009



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

SILNIČNÍ DOPRAVA A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ **ROAD TRAFFIC AND ENVIRONMENT**

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. VÁCLAV NOVOTNÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. ZDENĚK KAPLAN, CSc.

BRNO 2009

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2008/09

ZADANÍ DIPLOMOVÉ PRACE

student(ka): Novotný Václav, Bc,

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Automobilní a dopravní inženýrství (2301T038)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Silniční doprava a životní prostředí

v anglickém jazyce:

Road traffic and environment

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Vypracujte ucelený přehled negativního působení silniční dopravy na životní prostředí, charakterizujte jednotlivé jeho aspekty a uveďte vlastní návrhy na snížení intenzity tohoto působení.

Cíle diplomové práce:

Cílem práce je ucelený přehled negativního působení silniční motorové dopravy na životní prostředí včetně návrhů k jeho zmírnění.

Seznam odborné literatury:

Kaplan, Z.: Silniční doprava a životní prostředí, Závěrečná zpráva řešení projektu FRVŠ, Brno, 1995

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Zdeněk Kaplan, CSc.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/09.

V Brně, dne 20.11.2008



prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu



doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

LICENČNÍ SMLOUVA

POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Bc. Václav Novotný

Bytem: Jabloňová 730, Týn nad Vltavou 375 01

Narozen/a (datum a místo): 18. 5. 1985, České budějovice

(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta strojního inženýrství

se sídlem Technická 2896/2 616 69 Brno

jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.

(dále jen „nabyvatel“)

Čl. 1

Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- ☐ disertační práce
 - ☐ diplomová práce
 - ☐ bakalářská práce
 - ☐ jiná práce, jejíž druh je specifikován jako
- (dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Silniční doprava a životní prostředí

Vedoucí/ školitel VŠKP: doc. Ing. Zdeněk Kaplan, CSc.

Ústav: Automobilního a dopravního inženýrství

Datum obhajoby VŠKP:

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v*:

- ☐ tištěné formě — počet exemplářů2.....
- ☐ elektronické formě — počet exemplářů2.....

* hodící se zaškrtněte

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ☐ ihned po uzavření této smlouvy
 - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
 - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
 - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
 - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/ 1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne:

.....
Nabyvatel

.....
Autor

Anotace

Tato diplomová práce se zabývá uceleným přehledem negativních vlivů dopravy na životní prostředí, způsobu jejich snižování a možnostmi legislativního omezení. Dále pak vlastními návrhy na zlepšení životního prostředí v přímé souvislosti se silniční dopravou a snahou snížit nehodovost na pozemních komunikacích.

Na základě vypracování této diplomové práce byly shromážděny a setříděny poznatky o působení negativních vlivů silniční dopravy na životní prostředí s cílem zvýšení obecného podvědomí o dopadech činností, souvisejících se silniční dopravou.

Klíčová slova

Životní prostředí, ekologie, negativní vlivy, silniční doprava, externí náklady

Anotation

This thesis deals with a comprehensive overview of the negative effects of transport on the environment, their opportunities and reducing the legislative restrictions. Then their own proposals for improving the environment in direct connection with road transport and efforts to reduce accidents on the road.

Based on the elaboration of this thesis were collected and sorted information on the operation of the negative effects of road transport on the environment in order to raise awareness of the impact of activities related to road transport.

Key words

Environment, ecology, the negative effects, road transport, external costs

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pod vedením vedoucího diplomové práce pana doc. Ing. Zdeňka Kaplana, CSc., s použitím uvedené literatury a jiných zdrojů, s kterými jsem pracoval.

Brno, květen 2009

.....
Bc. Václav Novotný

Poděkování

Za účinnou podporu a obětavou pomoc, cenné připomínky a rady při zpracování diplomové práce tímto děkuji vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Zdeňku Kaplanovi, CSc, dále panu Mgr. Pavlu Douchovi a doc. Ing. Vladimíru Adamcovi. Také bych rád poděkoval svým rodičům a všem známým za intenzivní podporu při studiu na vysoké škole.

Obsah

1	Úvod	8
2	Výrazné negativní vlivy silniční dopravy na životní prostředí.....	9
3	Vlivy plynných emisí na životní prostředí	10
3.1	Vznik plynných emisí z dopravy	10
3.1.1	Proces spalování uhlovodíkových paliv	11
3.1.2	Vliv škodlivin výfukových plynů na člověka a životní prostředí.....	12
3.1.2.1	Oxid uhelnatý	13
3.1.2.2	Oxidy dusíku	13
3.1.2.3	Těkavé organické látky.....	13
3.1.2.4	Polycyklické aromatické uhlovodíky	14
3.1.2.5	Aldehydy	14
3.1.2.6	Olovo	14
3.1.2.7	Oxid siřičitý	15
3.1.2.8	Prachové částice	15
3.1.2.9	Přízemní ozón	17
3.2	Porovnání jednotlivých druhů dopravy z hlediska spotřebované energie	17
3.3	Opatření při snižování emisí výfukových plynů	18
3.3.1	Legislativní omezení emisí výfukových plynů.....	19
3.3.2	Vliv typu a složení paliva na emisní hodnoty.....	20
3.3.3	Zařízení pro dodatečnou úpravu spalín	22
3.3.3.1	Oxidační katalyzátor	23
3.3.3.2	Redukční katalyzátor	25
3.3.3.3	Třícestný katalyzátor.....	25
3.3.3.4	Zásobníkový katalyzátor NO _x	27
3.3.3.5	SCR katalyzátor	28
3.3.3.6	Filtr pevných částic	29
3.3.4	Alternativní pohony	30
3.3.4.1	LPG - zkapalněný propan butan	31
3.3.4.2	CNG - stlačený zemní plyn	31
3.3.4.3	LNG - zkapalněný zemní plyn	32
3.3.4.4	Bio-paliva	32
3.3.4.5	Vodíkové palivové články	32
3.3.4.6	Elektrické pohony.....	33
4	Hlukové emise a imise.....	33
4.1	Vznik hluku v silniční dopravě.....	34
4.2	Negativní účinky hluku na lidský organismus	36
4.2.1	Vliv hluku na spánek	36
4.2.2	Návyk na hluk.....	36
4.2.3	Nemocný člověk a hluk	37

4.2.4	Děti a hluk	37
4.2.5	Hlasitá hudba	37
4.3	Opatření při snižování hluku v silniční dopravě.....	37
4.3.1	Snižování externího hluku	38
4.3.2	Snižování interiérového hluku	39
4.4	Legislativní omezení hluku v dopravě	39
5	Vibrace.....	41
5.1	Vibrace vzniklé silniční dopravou	41
5.2	Vliv vibrací na lidský organismus	41
6	Dopravní nehody	43
6.1	Vývoj dopravní nehodovosti	43
6.2	Vliv dopravních nehod na životní prostředí	44
6.3	Ekonomické následky silničních dopravních nehod	44
7	Zdravotní, sociální a ekonomické vlivy silniční dopravy.....	45
7.1	Zdravotní a psychologické vlivy dopravy	46
7.2	Ekonomické vlivy na silniční dopravu	46
7.2.1	Individuální a společenské náklady na silniční dopravu	47
7.2.2	Zpoplatnění externích nákladů	47
7.2.2.1	Poplatky a daně.....	49
7.2.2.2	Spotřební a silniční daň	49
7.2.2.3	Zpoplatnění dopravní infrastruktury.....	51
7.2.2.4	Pojištění silničních vozidel.....	51
7.2.2.5	Zpoplatnění povolenek	52
7.2.2.6	Dotace na dopravu	52
7.3	Sociální hodnoty v silniční dopravě	52
7.3.1	Rovnocenný přístup k užívání silniční dopravy	53
7.3.2	Dopravní sjednocení vzdálených území	53
7.3.3	Sociální členění	53
7.3.4	Zajištění dopravní obsluhy stárnoucí populaci.....	54
7.3.5	Mobilita a životní styl obyvatel	55
8	Odpady vzniklé z provozu vozidla	56
9	Znečišťování vody a půdy	59
9.1	Znečišťování vod	59
9.2	Znečišťování půdy	60
9.3	Ochrana před znečišťováním vody a půdy	61
10	Omezování fauny a flóry silniční dopravou	62
11	Zábor půdy.....	63
11.1	Nová výstavba dopravních komunikací	63
11.2	Legislativní omezení záboru lesnické a zemědělské půdy	64
12	Návrhy na snížení negativních vlivů dopravy	65
12.1	Ekonomická jízda	66

12.1.1	Využití kinetiky vozidla	66
12.1.2	Decelerace vozidla.....	67
12.1.3	Jízda s tempomatem	67
12.1.4	Jízda ve městech a dopravních zácpách	68
12.1.5	Déletrvající stání.....	68
12.1.6	Vhodný výběr trati.....	68
12.1.7	Zamezení využívání vozidla na krátkou vzdálenost.....	68
12.2	Podpora ekologických druhů dopravy	69
12.3	Zrušení povinného denního svícení motorových vozidel.....	72
12.4	Zavedení šrotovného.....	74
12.5	Ekologické poplatky za přepis starších vozů.....	77
12.6	Zavedení LHV na daných úsecích dálnic a rychlostních komunikacích.....	79
13	Opatření pro zvýšení bezpečnosti dopravy.....	81
13.1	Zavedení podmíněných řidičských oprávnění se sníženou věkovou hranicí ..	81
13.2	Zákaz kouření při řízení vozidla.....	83
13.3	Samovolné snížení rychlosti vozidla na základě dopravního značení.....	83
13.4	Reflexní plochy při jízdě na jízdním kole	84
14	Závěr	85
15	Seznam použitých zdrojů.....	86
16	Seznam použitých zkratk	92
17	Příloha-Vývoj a prognóza emisí výfukových plynů	

1 Úvod

Doprava byla již od pradávna nedílnou součástí společenského života. Bez neustálé přepravy surovin, výrobků a informací by současná společnost nemohla existovat. Silniční doprava představuje možnost snadného, rychlého a pohodlného přesunu mezi libovolně zvolenými místy, ať už za prací, obchodem, či odpočinkem nebo za setkáním se svými přáteli. Doprava tak naplňuje potřeby lidí a plní významnou společenskou a ekonomickou funkci. Dále také umožňuje lidem překonávat velké vzdálenosti i prolamovat kulturní bariéry.



Obr. 1, Válečný vůz s plnými koly Sumerské říše (27. - 26. stol.př.n.l.) [1].

V současné době se hovoří v souvislosti s dopravou a zdravím člověka převážně o dopravních nehodách. Zatímco u dopravních nehod je poranění nebo úmrtí jasným a zřetelným jevem, negativní vlivy znečištění silniční dopravou se projevují především v produkci emisí znečišťující ovzduší, které jsou jevem pozvolným a velmi často s nevratným poškozením zdraví člověka. Příčinou emisí škodlivin z motorových vozidel do okolního prostředí jsou zejména výfukové plyny, vznikající při spalování pohonných hmot. Vedle emisí výfukových plynů negativně ovlivňují životní prostředí také hlukové emise a vibrace vzniklé dopravou, a to především v městských aglomeracích.

Důsledkem rozvoje silniční dopravy se také mění vzhled krajiny, kdy dopravní komunikace představují omezení fauny a flory. Negativně rovněž působí kontaminace vody, půdy v důsledku úniku znečišťujících látek z dopravních prostředků a vlivem aplikace posypových směsí při zimní údržbě vozovek. Neméně významný je zábor půdy, a to především zemědělské, při výstavbě nebo rekonstrukci silniční nebo dálniční sítě.

Intenzivním zvyšováním automobilové dopravy, a to zejména nákladní, dochází k nárůstu emisní zátěže životního prostředí, což je nejdiskutovanějším tématem posledních let. Největší hrozbou stále zůstává i nadále stálý nárůst skleníkových plynů. Ukazuje se, že zaváděná opatření na snížení emisí, což je upřednostňování hromadné, cyklistické a zejména na krátké vzdálenosti pěší dopravy, nejsou dostatečná a do budoucna bude pravděpodobně nutno je doplnit o opatření ekonomického charakteru, což je vyčíslení externích nákladů a jejich postupné převedení na majitele nebo provozovatele vozidel.

2 Výrazné negativní vlivy automobilové dopravy na životní prostředí

- *toxické emise*
 - oxid uhličitý
 - oxidy dusíku
 - troposférický ozón
 - prach
 - uhlovodíky
 - oxid siřičitý a uhelnatý
 - toxické látky, především olovo
- *hlukové emise a vibrace*
- *přímé ohrožení zdraví a života při střetnutí a dopravních nehodách*
- *kapalné odpady*
 - oleje
 - provozní náplně
 - saponáty
- *tuhé odpady*
 - akumulátory
 - pneumatiky
- *nepřímé působení na zdraví*
 - stresové situace
 - omezení tělesného pohybu
- *zábor a jednorázové využívání půdy*
 - poškozování a ničení lesů
 - snižování zemědělských výnosů
- *zhoršování kvality vody a půdy*
- *přeplněné a neprůjezdné komunikace -> kongesce*
- *nehospodárné využívání neobnovitelných zdrojů energie*
- *globální oteplování* - skleníkové plyny
 - emise tepla
- *estetické a psychické působení silniční dopravy*
- *změna přirozených lokalit fauny a flóry*
- *externí náklady* – náklady, které nenese původce

3 Vlivy plynných emisí na životní prostředí

Problematika emisí ze spalovacích motorů vystoupila do popředí již ve 40. letech 20. století. Tehdy první studie provedené v Los Angeles prokázali vztah mezi znečištěním ovzduší a automobilovými emisemi. S narůstajícím počtem motorových vozidel se tento problém, diskutovaný především ve velkých městech, změnil z lokálního na globální a ohrožuje svými důsledky celou planetu.

S nárůstem počtu motorových vozidel a kilometrických proběhů vozidel je také spojen nárůst spotřeby energie, a tím i pohonných hmot. Provoz motorových vozidel se podílí, ze všech lidských činností, na znečišťování ovzduší nejvíce. V odvětví silniční dopravy došlo v letech 1993 až 2007 k nárůstu spotřeby energie o cca 75%. To znamená, že došlo i k mnohanásobnému zvýšení produkce výfukových plynů. [2]

3.1 Vznik plynných emisí z dopravy

Závažným a nejvíce diskutovaným negativním vlivem silniční dopravy na životní prostředí jsou výfukové plyny. Znečištění vzniká odvodem chemických sloučenin do atmosféry. Vyvolaná změna ve složení má při hoření negativní účinky na zdraví člověka, i na stav fauny a flory. Účinky některých škodlivin zůstávají omezeny na blízké okolí zdroje (komunikací). Škodliviny však mohou mít i globální účinky. Toto platí zejména pro CO_2 a jiné plynné emise, které způsobují skleníkový efekt, a které mohou ovlivňovat klima na celé planetě. [3]

Složení výfukových emisí je ovlivňováno jak chemickými a fyzikálně-chemickými vlastnostmi paliva, tak konstrukcí pohonné jednotky (zejména konstrukcí spalovacího prostoru, způsobem přípravy palivové směsi a konstrukcí výfukového systému). Další škodliviny mohou vznikat při čerpání pohonných hmot, kdy dochází k nedokonalému utěsnění a následnému odsávání. Dochází tak k úniku par pohonných hmot do atmosféry.

3.1.1 Proces spalování uhlovodíkových paliv

Ve spalovacím prostoru, konvenčního motoru, je připravena směs vzduchu a paliva, která hoří s největší účinností jen v určitém poměru. Množství přivedeného vzduchu a množství přivedeného paliva udává tzv. součinitel Lambda, λ . Tento ukazatel λ je poměr skutečně přivedeného množství vzduchu ku teoretickému množství vzduchu, který je potřebný pro dokonalé spálení paliva. Ideální stav nastává při tzv. stechiometrickém poměru, kdy $\lambda=1$. Při $\lambda<1$, jde o bohatou směs a při $\lambda>1$, jde o směs chudou.

$$\lambda = M_L / M_{Lo}$$

M_L – skutečné množství vzduchu

M_{Lo} – teoretické množství vzduchu

$$M = 1 / 21 (C/12 + H/4 - O_p/32) 22,4 \quad [m^3/kg_{PV}]$$

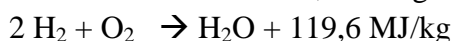
C – obsah uhlíku v palivu

H – obsah vodíku v palivu

O_p – obsah kyslíku v palivu

V současné době se používá v převážné většině, pro pohon motorových vozidel, uhlovodíkových paliv. Nejčastěji používaná uhlovodíková paliva jsou směsi získávané frakční destilací ropy, kde se při teplotě $40\div 200^\circ C$ získává benzín, který má v molekule $5\div 11$ atomů uhlíku a při teplotě $250\div 400^\circ C$ se získává motorová nafta s $15\div 24$ atomy uhlíku v molekule. Benzín je pak nadále zušlechťován, čímž je zvyšováno oktanové číslo.

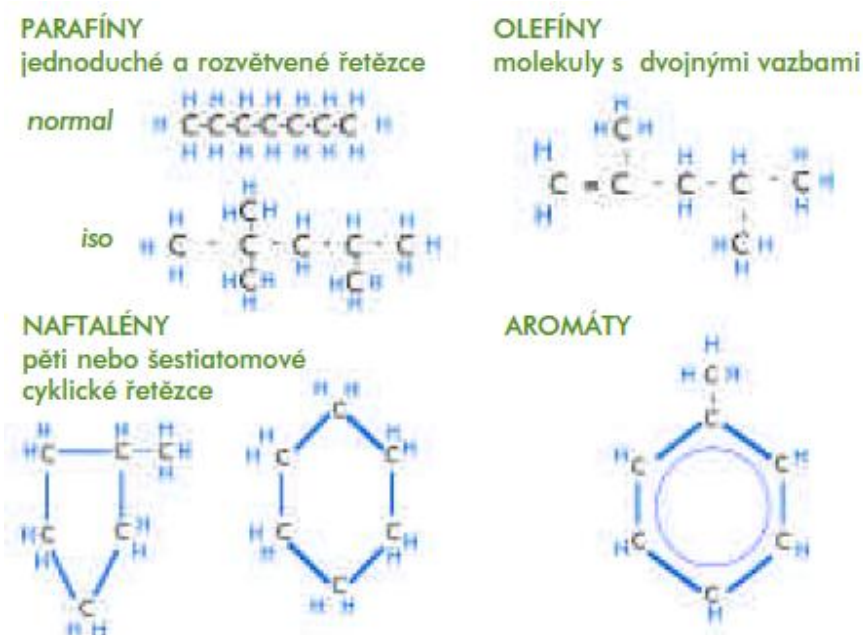
Při ideální oxidaci uhlovodíkových paliv vzniknou jako produkty hoření oxid uhličitý a pára.



Reálné spalování se však od ideálního markantně liší. Nedokonalé spalování má za následek ne hospodárnost provozu a větší množství škodlivin, což způsobují následující skutečnosti:

- příliš krátký čas hoření
- omezené množství nasátého vzduchu
- vysoké spalovací teploty
- vysoký tlak při krátkodobém hoření
- hoření neprobíhá při konstantních parametrech, v čase se mění

Na pohled jednoduchá pohonná látka může být ve skutečnosti směsí až 300 různých uhlovodíků a celé řady aditiv. Složky s nízkým bodem varu se nazývají lehké frakce, složky s vyšším bodem varu pak těžké frakce. Všechny dohromady zahrnují směs parafínů, olefinů, naftalénů a aromátů. Uhlovodíky obsažené v benzínu obsahují ve svých řetězcích 4 až 12 atomů uhlíku C a bod varu těchto komponent leží mezi 25 °C a. 210 °C. Nafta obsahuje uhlovodíkové řetězce s 10 a. 22 atomy uhlíku C, bod varu těchto komponent leží mezi 160 °C až 360 °C [4].



Obr. 2, Lehké a těžké frakce automobilových paliv dohromady zahrnují směs parafínů, olefinů, naftalénů a aromátů [4].

Plyny propan a butan se uvolňují při destilaci surové ropy. Oba tyto plyny mohou být zkapalňovány a používány jako palivo motorů (LPG). Butan má vyšší oktanové číslo a může být míchán s jinými komponenty benzinů pro zvýšení jejich těkavosti a oktanového čísla [4].

3.1.2 Vliv škodlivin výfukových plynů vozidel na člověka a životní prostředí

Při posuzování provozu spalovacího motoru z hlediska emisí výfukových plynů je nutné rozlišovat, zda se jedná o motor zážehový nebo motor vznětový. Rozdíl mezi těmito motory je zejména v rozdílném součiniteli přebytku vzduchu λ . Právě množství přebytku (nedostatku) vzduchu má výrazný vliv na režim hoření, a tím i na množství produktů vzniklých nedokonalým spalováním, které probíhá ve spalovacím prostoru.

3.1.2.1 Oxid uhelnatý (CO)



Vzniká nedokonalým spalováním paliva v motoru. Hlavní negativní efekt CO spočívá v blokování přísunu kyslíku ke tkáním. Z tohoto důvodu jsou nejvyšší zdravotní rizika pro orgány závislé na vydatném zásobování kyslíkem, tzn. pro srdce a mozek. Klasickými příznaky otravy CO jsou bolesti hlavy a závrať, srdeční obtíže a malátnost. Při vysokých koncentracích může dojít až k usmrcení postižené osoby. Působení CO na těhotnou ženu může poškodit vyvíjející se plod. [5]

Obr. 3

Sloučenina CO [6].

3.1.2.2 Oxidy dusíku (NO, NO₂)

Mezi nejvýznamnější oxidy dusíku patří oxid dusičitý (NO₂), který působí jako dráždivý plyn. Je asi z 80 - 90 % pohlcován hlenem dýchacích cest. Oxidy dusíku způsobují mírné až těžké záněty průdušek či plic a při vysokých koncentracích až plicní otok s rizikem smrti. Dále bylo popsáno poškození imunity (odolnosti proti onemocněním), přičemž astmatici jsou na oxidy dusíku citlivější [5].



Obr. 4

Sloučenina NO₂ [6].

3.1.2.3 Těkavé organické látky (VOCs)

Někdy se užívá pojem uhlovodíky (C_xH_y). Benzínové motory spalující bezolovnaté benzíny vylučují mnohem větší množství těchto látek než dieselové (naftové) motory odpovídajícího výkonu.

Nejvýznamnější těkavou organickou látkou je benzen. Ten je v Evropě přítomen v benzínu kolem 5 %, příležitostně až 16 %, kdežto v USA jeho obsah nepřekračuje 1,5 - 2 %.

Z vdechovaného vzduchu je absorbováno asi 50 % benzenu. Jeho toxický (jedovatý) vliv zahrnuje u lidí poškození nervového systému, jater a imunity. Dále způsobuje zánět dýchacích cest a krvácení do plic. Trvalý vliv benzenu na lidi může vést k poškození kostní dřeně. Způsobuje zejména leukémii a rakovinu, a proto je zařazen mezi velmi nebezpečné rakovinotvorné (karcinogenní) sloučeniny. Bezpečnou koncentraci benzenu ve vzduchu nelze stanovit, rizikové je i stopové množství.

Vznikají během nedokonalého spalování. Jsou vstřebávány v plicích a ve střevech. Existují stovky PAU, z nichž je nejlépe znám benzo-a-pyren (BaP), který byl klasifikován jako pravděpodobně rakovinotvorný [5].

3.1.2.4 Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

Vznikají během nedokonalého spalování. Jsou vstřebávány v plicích a ve střevech. Existují stovky PAU, z nichž je nejlépe znám benzo-a-pyren (BaP), který byl klasifikován jako pravděpodobně rakovinotvorný [5].

3.1.2.5 Aldehydy

Jsou vstřebávány v dýchacím a trávicím ústrojí. Způsobují dráždění očí, nosní a ostatních sliznic, poruchy dýchání, kašel, nevolnost a dušnost a dále astma, kožní alergie a riziko rakoviny (zejména plic a močového měchýře) či leukémie [5].

3.1.2.6 Olovo (Pb)

Přidávání tetraethylolova do autobenzínů je z 80 - 90 % zdrojem olova ve vzduchu. Okolo 1 % olova z benzínu se do vzduchu dostává nezměněno jako tetraethylolovo (tzv. organické olovo), přičemž se odpařuje z motorů a z nádrží paliva. Plicemi se vstřebává rychle, prakticky 100 %, a je přeměněno zejména játry na triethylolovo, které je ještě jedovatější.

Většina olova ve vzduchu se vyskytuje v jemných částicích (menších než 10 tisícín milimetru). V plicích dospělé osoby se zachytí 20 - 60 % vdechnutých částic. Dětský organismus vstřebá až 2,7x více olova na kilogram své váhy než dospělý, a proto jsou děti více ohroženy. Z potravy se u dospělých do těla vstřebává 10 - 15 % olova, kdežto u dětí 40 - 50 %.

U dospělých lidí se 95 % olova ukládá v kostech (u dětí 70 %). Olovo poškozuje tvorbu hemoglobinu, funkci žlázy s vnitřní sekrecí a snižuje plodnost. U dětí je nejvíce zasažen nervový systém. Vysoké koncentrace způsobují zejména poškození mozku, u nižších koncentrací může dojít ke zhoršení schopnosti učit se, v chování, v koordinaci jemných pohybů a k poklesu inteligence. Je nebezpečný pro svou vysokou toxicitu (jedovatost).

Povolená koncentrace olova v benzínu od roku 1992 je 0,15 g/l. V roce 1996 bylo v ČR spotřebováno jen 55 % bezolovnatého benzínu z celkové spotřeby 1 846 tisíc tun benzínu. Hlavním zdrojem emisí olova je silniční doprava (95,7 %) [5].

3.1.2.7 Oxid siřičitý (SO₂)

Automobilové emise obsahují oxidu siřičitý, který se nachází v naftě. Vdechovaný SO₂ je vstřebáván v nose a v horních cestách dýchacích, kde se projevuje jeho dráždivý vliv. Málo z něj se dostává do plic. Vysoké koncentrace zapříčiňují otok hrtanu a plic. [5]

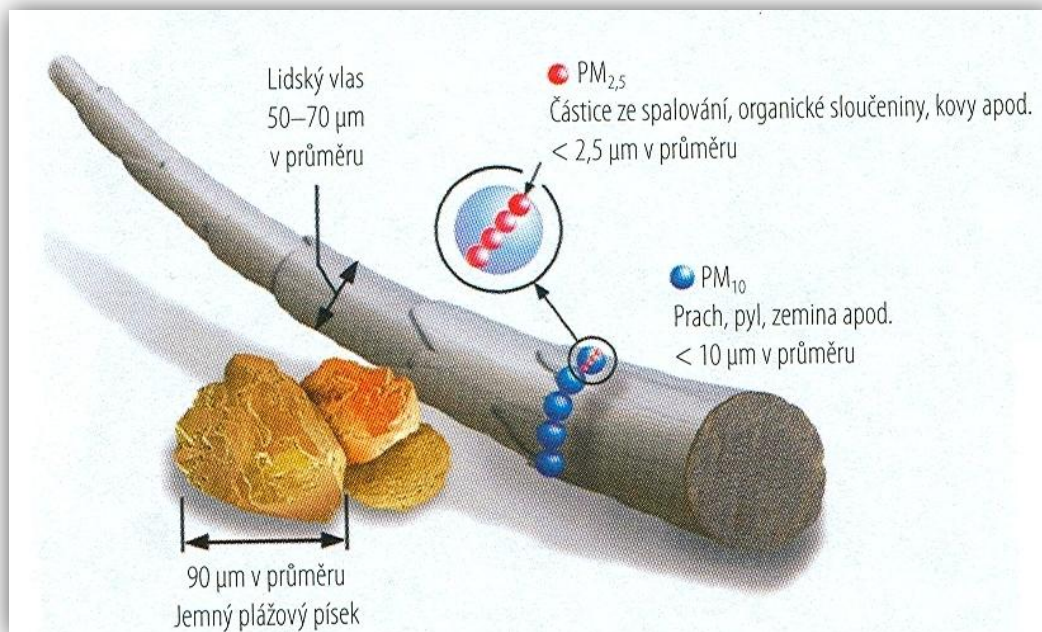


Obr. 5
Sloučenina SO₂ [6].

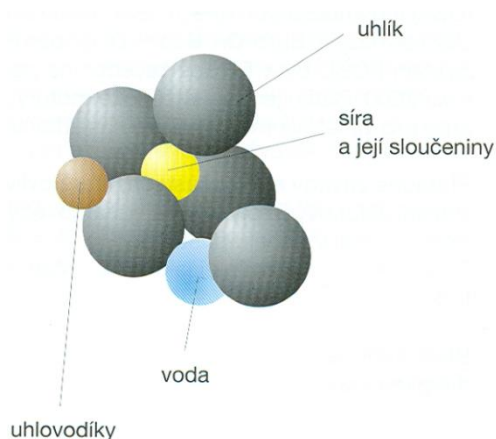
3.1.2.8 Prachové částice (PM)

Největším producentem prachových částic je motor dieselový. Jde o malé částice různých látek, které jsou tak lehké, že trvá poměrně dlouhou dobu, než se usadí. Kvůli této vlastnosti se vžil pojem „polétavý prach“.

Označuje se jako PM, přičemž rozlišujeme kategorie PM₁₀, PM_{2,5} a PM_{1,0}, podle velikosti částic. Např. PM₁₀ jsou částice do 10 μm. Čím menší průměr částice má, tím déle zůstává v ovzduší. Částice PM₁₀ „poletují“ ve vzduchu několik hodin, PM_{1,0} i několik týdnů, dokud nejsou spláchnuty například deštěm [5].



Obr. 6, porovnání velikosti lidského vlasu a PM vyskytujících se v ovzduší [7].



Z chemického hlediska jde o různorodou směs organických a anorganických látek, které tvoří většinou voda, sírany, amonné soli, uhlík, některé kovy, dusičnany, případně i těkavé organické látky nebo polyaromatické uhlovodíky [5].

Obr. 7, Složky pevných částic [6].

Částice větší, než 10 mikrometrů, se obvykle zachytí již na nosní sliznici, menší částčky, tedy právě PM₁₀, se usazují dále v průduškách. Při hlubším nádechu pak částice putují do vzdálenějších částí dýchacího ústrojí. Menší částice, PM_{2,5} a PM_{1,0}, mohou někdy putovat přímo až do plicních sklípků a jsou proto nejnebezpečnější. U nás se zatím ale naneštěstí koncentrace částic PM_{2,5} ani odděleně neměří a nevyhodnocují, i když to doporučuje Světová zdravotnická organizace [8].

Prachové částice v průduškách a plicích škodí jednak samotným mechanickým zaprášením, stejně jako rostlinám škodí zaprášení listů, mnohem větším problémem je pak obsah jedovatých a rakovinotvorných látek v prachu, například arzenu, kadmia, chromu, niklu, olova nebo manganu.

Dlouhodobé vystavení vysokým koncentracím poléťavého prachu poškozuje dýchací a srdeční ústrojí, zkracuje délku života a zvyšuje kojeneckou úmrtnost [8].

Nadměrné vdechování poléťavého prachu způsobuje astma, plicní choroby, rakovinu plic, poškození nenarozených dětí již v prvním měsíci těhotenství, častější onemocnění dýchacích cest u dětí, a ve vyšším věku zvyšuje počet onemocnění cukrovkou, vysokým krevním tlakem a různými srdečními onemocněními.

Dvě třetiny prachových částic z automobilů vyprodukují dieselové motory. Dieselový motor sice ušetří oproti benzínovému 25-30% paliva, což má kladný vliv na emise CO₂ a vznik skleníkového efektu, jenže dokáže vyprodukovat stonásobně větší množství prachových částic oproti benzínovému motoru s katalyzátorem. V tomto ohledu je diesel vážnou hrozbou pro zdraví [8].

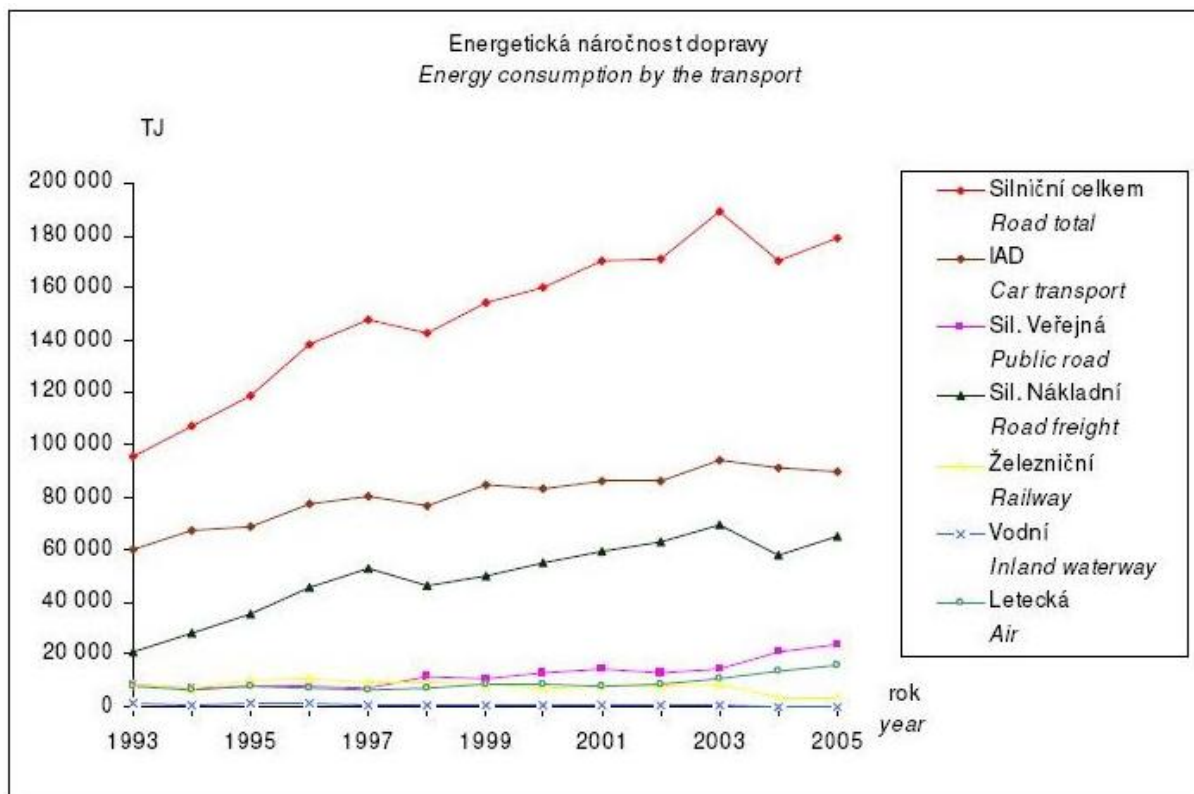
3.1.2.9 Přízemní ozón (O₃)

Vzniká chemickou reakcí mezi výfukovými plyny (zejména oxidy dusíku a těkavými organickými látkami) za účinku slunečního záření. V přízemní vrstvě ničí vegetaci a poškozuje některé druhy materiálů. U lidí negativně působí hlavně na plíce, neboť snižuje jejich schopnosti vykonávat normální funkce. Velmi citlivé jsou tzv. ciliární buňky, které čistí dýchací cesty od vdechnutých částic [5].

U postižených osob dochází k dráždění v hrtanu, pocitu sucha v krku, k poruchám dýchání, bolestem pod hrudní kostí, vyšší produkci hlenu, ke kašli, sípání, tlaku na hrudi, dráždění očních spojivek, bolesti hlavy, k únavě, malátnosti, nespavosti, nevolnosti atd. [5].

3.2 Porovnání jednotlivých druhů doprav z hlediska spotřebované energie

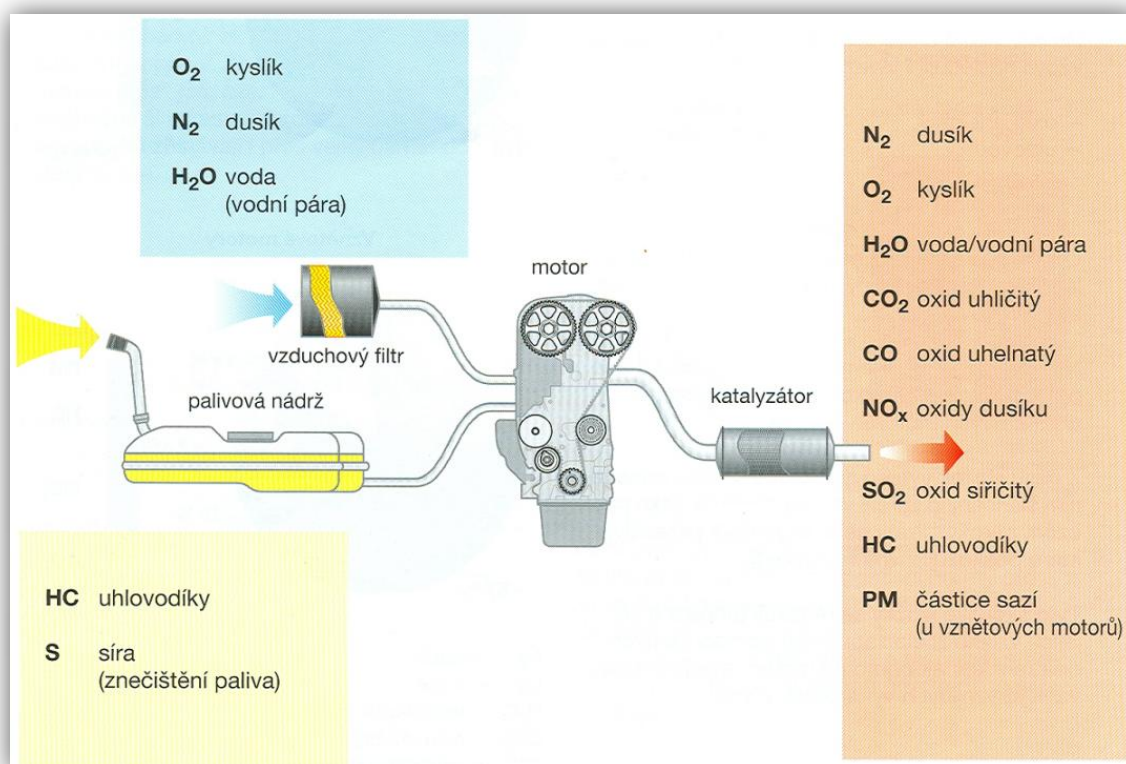
V české republice se spotřebovává více paliv a energie na jednotku vytvořeného hrubého domácího produktu, i na jednoho obyvatele, než spotřebovávají mnohé vyspělé země světa. V úsilí o dosažení snížení energie zůstávají zcela stranou motorová doprava, i když se na vysoké spotřebě paliv a energie podílí stále větší měrou. Její podíl na spotřebě paliv a energie se v ČR v letech 1990 až 2005 zvýšil z 10 % na 20 % [7].



Graf 1, Energetická náročnost dopravy [9].

3.3 Opatření při snižování emisí výfukových plynů

Do této kapitoly jsou zařazena jak technická, tak i legislativní opatření při snižování emisí výfukových plynů, které se problematiky životního prostředí přímo týkají. Emisní limity přímo souvisejí i s technickým opatřením, neboť nové legislativní omezení nutí přímo samotné výrobce vozidel k dalšímu technologickému vývoji.



Obr. 8, Chemické látky zúčastňující se spalování [5].

3.3.1 Legislativní omezení emisí výfukových plynů

V současné době jsou platné přepisy **98/69/EG - B (EUROIV)**, zavedené v platnost 1.1.2006. S přibývajícím počtem automobilů je nutné zavádění ještě přísnějších limitů, proto od 1.9.2009, by měl vejít v platnost nový předpis EURO V, který má daleko přísnější limity, zejména u vznětových motorů.

Předpis	rok zavedení	CO [mg/km]	HC+NO _x [mg/km]	HC [mg/km]	NO _x [mg/km]	PM [mg/km]
EURO I	1992	2720	970	-	-	-
EURO II	1996	2200	500	-	-	-
EURO III	2001	2300	-	200	150	-
EURO IV	2006	1000	-	100	80	-
EURO V	2009	1000	-	100	60	5

Tab. 1, Limitní hodnoty emisí pro osobní vozidla se zážehovým motorem [10].

Předpis	rok zavedení	CO [mg/km]	HC+NO _x [mg/km]	HC [mg/km]	NO _x [mg/km]	PM [mg/km]
EURO I	1992	2720	970	-	-	140
EURO II	1996	1000	700	-	-	80
EURO III	2001	640	560	-	500	50
EURO IV	2006	500	300	-	250	25
EURO V	2009	500	230	-	180	5

Tab. 2, Limitní hodnoty emisí pro osobní vozidla se vznětovým motorem [10].

Předpis	rok zavedení	CO [mg/kWh]	HC [mg/kWh]	NO _x [mg/kWh]	PM [mg/kWh]
EURO I	1992	450	1100	8000	360
EURO II	1996	400	1100	7000	250
	1998	400	1100	7000	150
EURO III	2001	210	660	5000	100
EURO IV	2006	150	460	3500	20
EURO V	2008	150	460	2000	20

Tab. 3, Limitní hodnoty emisí pro nákladní vozidla se vznětovým motorem [10].

3.3.2 Vliv typu a složení paliva na emisní hodnoty

Snižování množství škodlivin výfukových plynů je z velké části závislé na kvalitě používaného paliva ve spalovacích motorech. Prvním razantním krokem v roce 2001 bylo ukončení distribuce pohonných hmot s příměsí olova, jako antidetonační látky. Dalším nežádoucím prvkem v pohonných hmotách je síra. Již od roku 2000 je kladen důraz na její snižování v automobilových benzínech a motorové naftě. Maximální přípustné hodnoty jednotlivých škodlivin v pohonných hmotách jsou uvedeny v Tab. 3 [11].

Automobilový benzín	<i>Od 1.1.2003</i>	<i>Od 1.1.2005</i>	<i>Od 1.1.2009</i>
max. obsah síry	150	50	10
max. obsah benzenů	1,0	1,0	1,0
max. obsah aromatů	42	35	35
max. obsah olefinů	18	18	18
max. obsah kyslíku	2,7	2,7	2,7
max. obsah olova	13	13	13
Motorová nafta	<i>Od 1.1.2000</i>	<i>Od 1.1.2005</i>	<i>Od 1.1.2009</i>
max. obsah síry	350	50	10
max. obsah PAH	11	11	11
min.cetanové číslo	51	51	51

Tab. 4. Požadavky na obsahy škodlivin v automobilových palivech [11].

Automobilový benzin je směsí uhlovodíků, popř. kyslíkatých sloučenin, jejichž destilační rozmezí se pohybuje v intervalu cca 30 - 215°C [12]. Jedná se tedy o značně těkavé kapaliny, které se odpařují jak při manipulaci, tak v palivovém systému samotných automobilů. Složení emisí vzniklých odparem, stejně jako spalováním v motoru, je do značné míry ovlivněno chemickým složením paliva. V případě výfukových plynů hraje podstatnou roli rovněž konstrukce motoru a režim spalování.

Nejdůležitější změnou ve složení automobilových benzinů v posledních letech bylo postupné omezování obsahu olova jako antidetonační přísady až k úplnému odstranění z pohonných hmot. Tato změna měla dva základní důvody. Prvním byly toxikologické vlastnosti olova a tím druhým jeho negativní působení na nově zaváděné katalytické konvertory výfukových plynů (otrava olovem).

Tato změna měla, kromě výrazného zlepšení v oblasti emisí olova, i negativní důsledky. Rozsáhlé zavedení bezolovnatých paliv vedlo k výrazným změnám ve složení paliva ve snaze udržet dostatečně vysoké oktanové číslo. Oktanové číslo paliva se užívá k vyjádření antidetonační vlastností. Olovo jako antidetonátor bylo nahrazeno zvýšeným obsahem benzenů a polyaromatických uhlovodíků [13].

I když je patrná snaha výrobců po snížení obsahu aromatických uhlovodíků a zejména benzenu v palivech, přechod na bezolovnaté benziny je v této oblasti stále zřetelný.

typ benzínu / oktanové číslo	obsah aromátů [%]	obsah benzenu [%]
olovnatý (0.15 g/l) / 98	25.9	1.7
bezolovnatý / 95	31.0	2.0
bezolovnatý / 98	39.1	2.5

Tab. 5. Požadavky na obsahy přísad podle typu paliva [13].

Benzen, jako jedna ze složek výfukových plynů, však má karcinogenní a genotoxické účinky. Hlavním zdrojem jeho emisí do ovzduší jsou právě motorová vozidla. Proto byl jeho maximální přípustný obsah v palivu omezen ve většině zemí na 5%. Běžně vyráběná paliva obsahují méně než 2-3% benzenu. Benzen ve výfukových plynech pochází ze dvou zdrojů. Část je nespáleným zbytkem benzenu obsaženého v palivu, druhá část pochází z nedokonale spálených vyšších aromatických uhlovodíků (dealkylací $C_7 - C_{12}$ aromátů). Příspěvek 1% obj. benzenu zhruba odpovídá příspěvku 10% obj. ostatních aromatických uhlovodíků v palivu. Nejjednodušším řešením by se zdála být redukce obsahu benzenu v palivu. Ta by však sama o sobě vedla ke zhoršení spalovacích vlastností benzínu (snížení oktanového čísla). Tomu se dá předejít přidávkou přísad odstraňujících klepání motoru, popř. kyslíkatých sloučenin jako MTBE, které spalovací vlastnosti zlepšují. Ekonomická náročnost technologií k odstraňování benzenu z paliv a jeho dalšímu zpracování však vedla prozatím k pomalejšímu prosazování takto upravených (reformulovaných) benzinů na trhu. Použitím katalyzátoru se obsah benzenu ve výfukových plynech sníží až o 80% [12].

V současné době se vyrábějí tzv. reformulovaná paliva, jejichž složení je ovlivňováno přísadami zejména oxy-sloučenin tak, aby se omezily emise legislativou sledovaných látek (t.j. CO, HC a NO_x) ze spalovacích motorů na nejnižší možnou úroveň. Kyslíkaté sloučeniny přidávané do pohonných hmot vnášejí do paliva část kyslíku potřebného ke spalování. Dochází tak ke zlepšení spalovacího procesu a ke snížení obsahu HC a CO ve výfukových plynech. Tento vliv je patrný zejména u starých vozidel vybavených karburátory, kde se nižší technická úroveň karburátoru, popř. katalyzátoru projevuje vyšší koncentrací škodlivin v emisích ze spalování čistě uhlovodíkových paliv. Přídavek 2,7% hm. kyslíku ve formě kyslíkatých sloučenin (např. etanolu) do benzínu se projeví přibližně 15% snížením obsahu HC a 25% snížením obsahu CO ve výfukových plynech. Ještě lepších výsledků je dosahováno přidávkou methyltercbutyleteru (MTBE). Přítomnost kyslíkatých složek v benzínu také snižuje teplotu hoření palivové směsi, což snižuje obsah NO_x ve výfukových plynech. Toto snížení však podle novějších studií není příliš významné, protože oxidace vzdušného dusíku ve spalovacím prostoru je ovlivněna především konstrukčním řešením pohonné jednotky [13].

Velká pozornost je proto ve světě věnována objasnění vztahů mezi zastoupením uhlovodíkových složek v palivech motorových vozidel a složením výfukových plynů. Obecně se předpokládá, že méně reaktivní a oxidačně stálější uhlovodíky (nasycené uhlovodíky a aromáty) se menší měrou podílejí na tvorbě CO v průběhu spalování, ale zvyšují emise HC. Reaktivnější uhlovodíky (alkeny) vykazují opačný sklon k tvorbě CO a HC. Koncentrace NO_x ve spalinách je pak ovlivněna především teplotou ve spalovacím prostoru [13].

3.3.3 Zařízení pro dodatečnou úpravu spalin

Snížování emisí škodlivin vozidel je dosahováno zlepšováním spalovacího procesu a zejména zařízeními pro dodatečnou úpravu spalin, tedy katalyzátory. V současné době jsou zážehová vozidla vybavena třicestným řízeným katalyzátorem obsahujícím oxidační a redukční přeměnu. Vznětové motory bývají vybaveny pouze oxidačním katalyzátorem, nově také systémem úpravy spalin EGR – recirkulace výfukových plynů a SCR – selektivní katalytickou redukcí.

Katalyzátor (z řeckého katalýtis) je látka, vstupující do chemické reakce, urychluje ji, a přitom z ní vystupuje nezměněná. Katalyzátory jsou zařízení vhodná ke snížení obsahu škodlivin ve výfukových plynech. Tato zařízení jsou součástí výfukového potrubí. Při průchodu výfukových plynů přes těleso katalyzátoru se škodlivé složky výfukových plynů mění na jiné méně škodlivé sloučeniny, které jsou následně odvedeny výfukovým potrubím.

Katalytické konvertory jsou sestaveny ze tří částí:

- *Monolitu neboli nosiče, je to těleso, které je opatřeno tisíci drobnými kanály, kterými prochází výfukové plyny*
- *Reaktivní vrstva, která je nanесena na monolit. Tato nosná vrstva z Al_2O_3 , tedy oxidu hlinitého, která zvyšuje účinnou plochu.*
- *Katalyzátorem, v našem případě slabé vrstvičky drahých kovů (např. paladia a rhodia) nanесené na reaktivní vrstvě mřížky katalyzátoru, které vyvolávají reakce produktů nedokonalého hoření a jejich rozklad na méně životu nebezpečné látky. Tyto kovy ze skupiny platiny, mohou být použity samostatně nebo v kombinaci.*



Obr. 10, Detail tělesa katalyzátoru [15].

Obr. 9, Detail tělesa katalyzátoru [14].

Přeměna škodlivých látek vyžaduje prostředí s vysokou teplotou. Optimální pracovní teplota je cca $280 \div 850^{\circ}\text{C}$, při vyšších teplotách dochází k poškození (sinitrování) vzácných kovů a nosné vrstvy Al_2O_3 , což má za následek zmenšování aktivní plochy povrchové vrstvy a katalyzátor rychle stárne. Velký vliv na velikost poškození má doba provozu ve vysokých teplotách (nad 850°C), není vhodné proto motor dlouhodobě provozovat ve vysokých otáčkách a velkém zatížení [13].

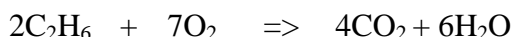
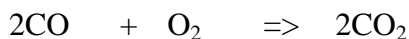
Velkou nevýhodou katalyzátoru je zvýšení protitlaku ve výfukovém systému, a to má za následek snížení výkonu motoru a zvýšení spotřeby paliva. V motorech vybavených katalyzátorem se nesmí používat olovnatý benzín, protože by došlo k zanášení aktivních ploch katalyzátoru, a tím k výraznému snížení jeho účinku a následnému zničení.

3.3.3.1 Oxidační katalyzátor

Oxidační katalyzátor se hlavně používá u vznětových motorů, protože pracují vždy s přebytkem vzduchu a přeměňuje pomocí oxidace (spalování) oxid uhelnatý CO a uhlovodíky HC na vodní páru H_2O a oxid uhličitý CO_2 . Ke snížení oxidů dusíku NO_x oxidačními katalyzátory prakticky nedochází. U motorů, kde je použito vstřikování paliva se získává kyslík potřebný k oxidaci většinou prostřednictvím chudé směsi s přebytkem vzduchu, $\lambda > 1$. Účinnost potlačení těchto škodlivých látek se pohybuje kolem 90 až 95 % za předpokladu, že do motoru je přiváděna směs se součinitelem přebytku vzduchu λ rovno přibližně jedné. Je tedy možno směs ochudit až na hranici přijatelnou z hlediska výkonu motoru [16].

Vzhledem k tomu, že v některých provozních podmínkách motoru, zejména při akceleraci nebo zahřívání motoru po studeném startu, dochází k obohacení směsi, je nutné přidávat do výfukového potrubí sekundární vzduch. Tím se dosáhne zvýšení obsahu kyslíku ve výfukových plynech potřebného ke správné činnosti katalyzátoru [16].

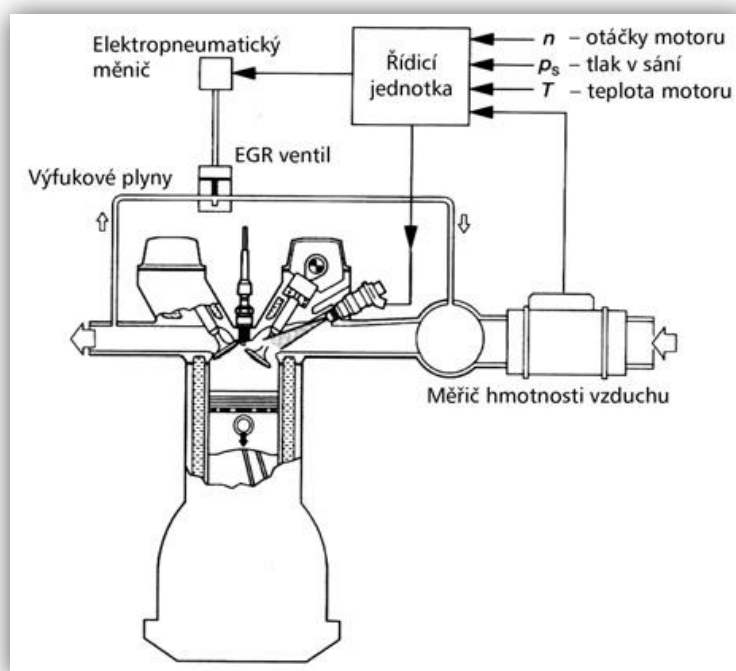
Oxidační chemická reakce:



Ke snížení obsahu NO_x prvků u těchto katalyzátorů nedochází. Proto je nutné použít recirkulace výfukových plynů, která je technicky nejúčinnější metodou redukce NO_x . Rozdělujeme ji na tzv. vnější (pomocí zpětného vedení přes AGR ventil) a vnitřní (pomocí „překrití“ ventilů) recirkulaci.

Vnější recirkulace spalin:

- Podstatou je zpětné vedení části výfukových plynů k přívodu čerstvého vzduchu při přípravě palivové směsi. Tím je snížena rychlost prohoření paliva a dochází ke snížení teploty hoření, a tím i k redukci NO_x .
- Pro regulaci v řídicí jednotce motoru se měří skutečné množství čerstvého vzduchu a porovnává se s požadovaným množstvím vzduchu v konkrétním režimu motoru
- Pomocí signálů z řídicí jednotky motoru se otevírá nebo zavírá ventil recirkulace spalin



Obr. 11, Schematické uspořádání vnější recirkulace spalin [22].

Vnitřní recirkulace spalin

- pomocí delšího „překrití“ ventilů zůstane ve spalovacím prostoru větší množství výfukových plynů, čímž dochází ke snížení NO_x.

3.3.3.2 Redukční katalyzátor

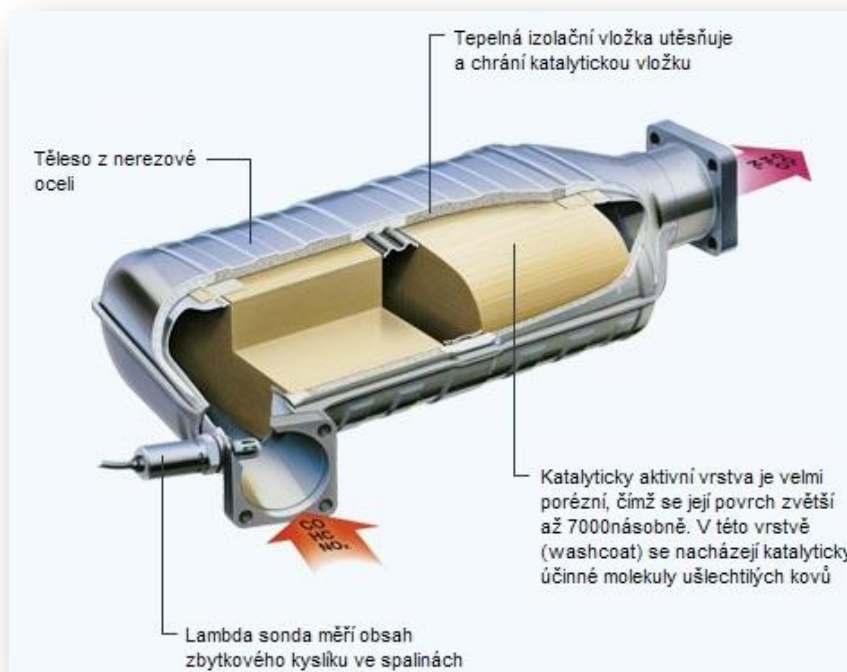
U redukčního katalyzátoru se používá jako aktivní vrstvy platiny a rhodia. Účinnost takového katalyzátoru je přijatelná pouze pro bohaté směsi $\lambda < 1$ s maximálně při lambda rovno jedné. Redukční katalyzátor potlačuje pouze emise oxidů dusíku NO_x, takže pro potlačení všech tří škodlivin musí být spojen s katalyzátorem oxidačním. Systém v sacím potrubí dodává přiměřeně obohacenou směs. Výfukové plyny prochází nejprve redukčním katalyzátorem, který potlačí emise NO_x a poté je do výfukového potrubí vháněn sekundární vzduch, čímž se vytvoří podmínky pro redukci emisí CO a HC v následně zařazeném oxidačním katalyzátoru.

Redukční chemická reakce:

Tento systém dvoukomorového katalyzátoru, je nevýhodný převážně proto, že motor musí pracovat s bohatou směsí, což zvyšuje spotřebu paliva i množství emisí. Dalším znevýhodněním je vznik čpavku (NH₃) při redukci NO_x prvků při nedostatku vzduchu a následná produkce NO_x, zapříčiněná přidáváním sekundárního vzduchu a oxidací v oxidačním katalyzátoru [16].

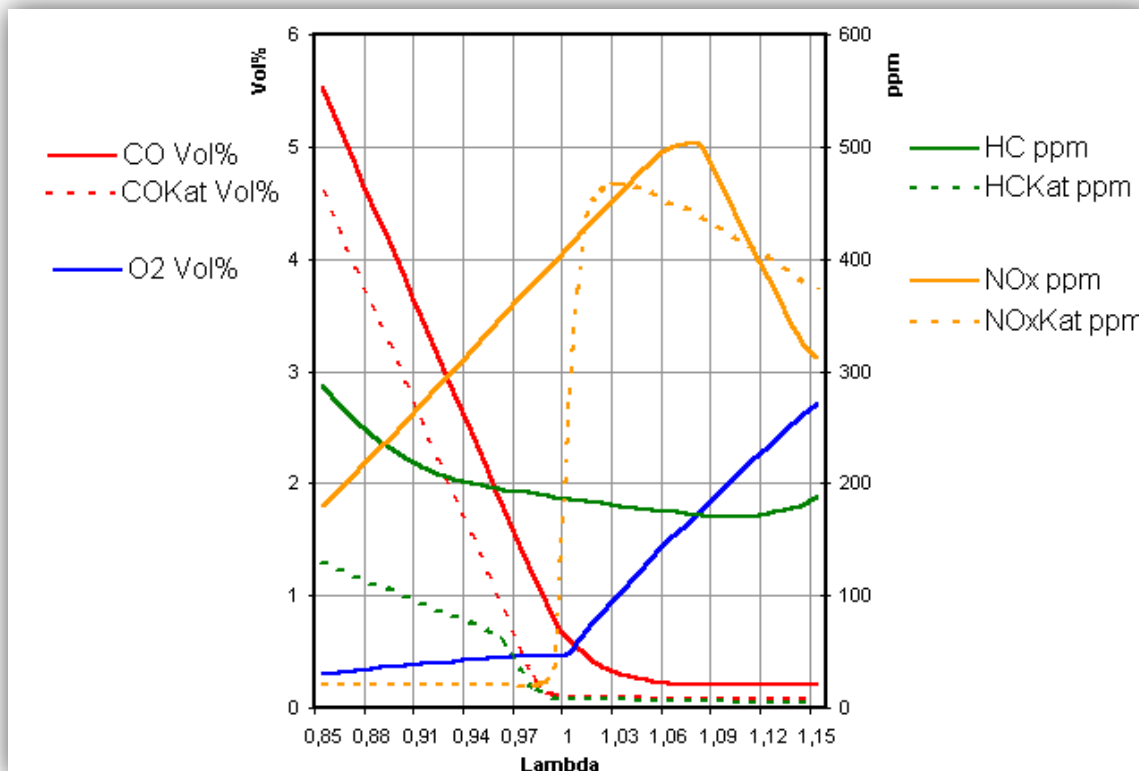
3.3.3.3 Třícestný katalyzátor

Vlastností třícestného katalyzátoru je schopnost redukovat všechny tři škodliviny zároveň (CO , HC , NO_x). Dnes je třícestný katalyzátor používán ve spojení s regulací lambda, jedná se tedy o třícestný řízený katalyzátor, který je považován za nejúčinnější opatření ke snížení škodlivin ve výfukových plynech.



Obr. 12, Těleso třícestného řízeného katalyzátoru [18].

Třícestný katalyzátor dosahuje nejvyšší účinnosti, má-li spalovaná směs součinitel přebytku vzduchu lambda roven jedné. Pro zachování tohoto poměru v jízdním režimu je před katalyzátorem umístěná lambda-sonda, která měří množství přebytku kyslíku ve výfukových plynech a převádí ho na elektrický signál. Podle velikosti signálu řídicí elektronika vyhodnotí a nastaví množství dodávaného paliva. Systém pracující v tomto režimu se nazývá řízený katalyzátor.



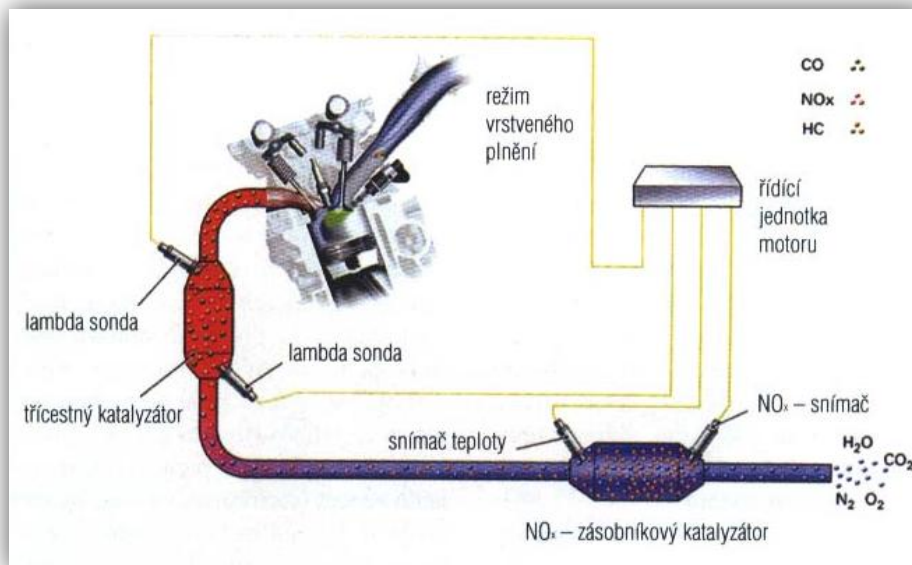
Graf 2, Koncentrace škodlivin při použití třicestného řízeného katalyzátoru [19].

3.3.3.4 Zásobníkový katalyzátor NO_x

Používá se u zážehových motorů s přímým vstřikem paliva, kde z důvodů spalování chudé směsi $\lambda = 1,6 \div 3$ nemůže být podíl NO_x snížen pomocí třicestného řízeného katalyzátoru. Pro splnění neustále se zpřísnujících emisních limitů je tedy nutné dodatečné zpracování emisí NO_x v tzv. zásobníkovém katalyzátoru.

Zásobníkový katalyzátor je nejvhodnějším řešením pro snížení emisí NO_x. Za přítomnosti kyslíku, obsaženého ve spalínách, při spalování chudých směsí, je zásobníkový katalyzátor schopen na svém povrchu nashromáždit oxidy dusíku ve formě dusičnanů. Jakmile však dojde k jeho zaplnění, což trvá cca 60÷90 sekund, musí proběhnout regenerace. Dojde tedy ke spalování bohaté homogenní směsi na zhruba 2 sekundy, díky čemuž stoupne hodnota uhlovodíků HC a oxidu uhličitého CO₂, které se sloučí s NO_x a dochází k uvolnění N₂.

Při cyklickém přepínání na cca 2 sekund trvající provoz s bohatou homogenní směsí je zejména důležité, aby proces přepnutí proběhl bez zpětných účinků na jízdní komfort, tzn. bez nerovnoměrného točivého momentu [20].

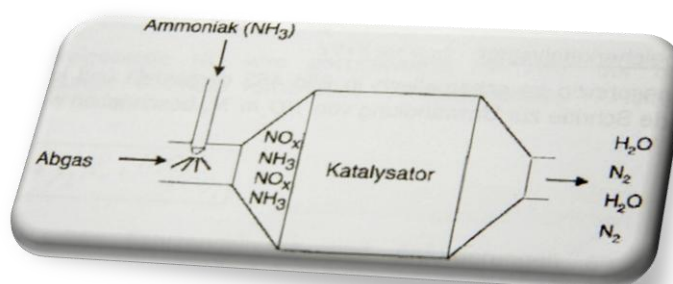


Obr. 13, Schéma systému s dodatečným zpracováním škodlivin NO_x [21].

3.3.3.5 „SCR“ katalyzátor

U vznětových motorů není možné současně snížit množství pevných částic a zároveň oxidů dusíku NO_x . Dojde-li totiž ke vstřiku paliva dlouho před dosažením horní úvratě, produkce oxidů dusíku se na základě vysokých teplot spalování drasticky zvýší. Posune-li se okamžik vstřiku blíže horní úvratě, zvýší se naopak množství pevných částic z důvodu neúplného spalování [23].

V prvním případě se proto musí u spalín redukovat obsah oxidů dusíku NO_x , v případě druhém je zapotřebí filtru pevných částic.

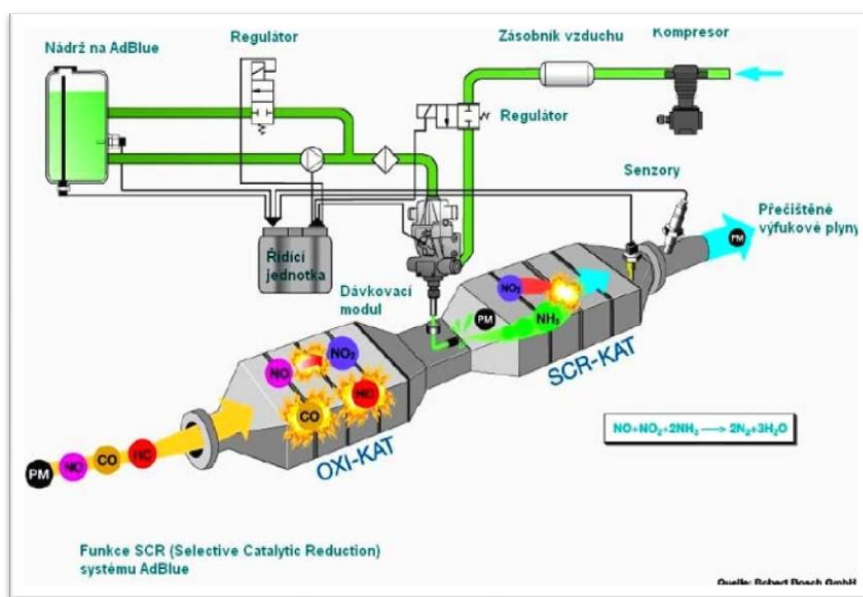
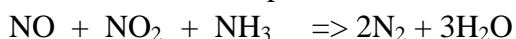


Obr. 14, SCR katalyzátor [22].

Obr. 13, Schematické znázornění systému se selektivní katalytickou redukcí „SCR“ [12].

Při včasnějším okamžiku vstřiku je používána selektivní katalytická redukce označovaná jako „SCR“. Oxidační katalyzátor přeměňuje saze, uhlovodík HC a oxid uhelnatý CO na vodu H_2O a oxid uhličitý CO_2 . V další fázi jdou spaliny do „SCR“ katalyzátoru, který v kombinaci s redukčním činidlem AdBlue přemění oxidy dusíku NO_x na neutrální dusík N_2 (přirozená součást atmosféry) a vodu.

Chemické reakce:

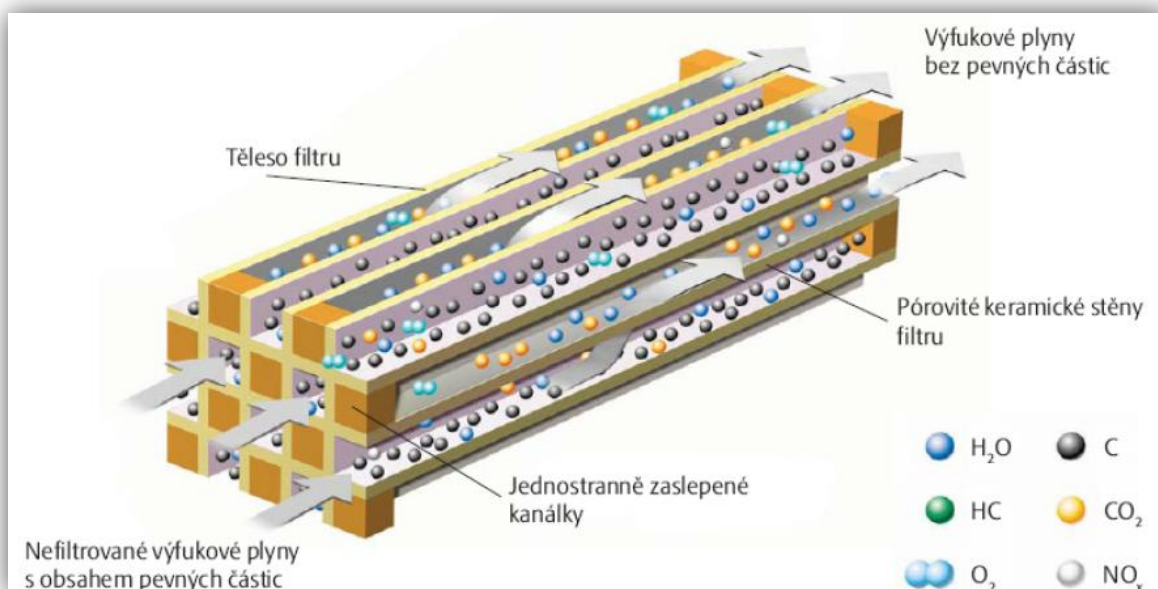


Obř. 15, Funkční schéma systému SCR/AdBlue [24].

3.3.3.2.6 Filtr pevných částic

Technickým řešením při snižování počtu pevných částic u vznětových motorů jsou tzv. filtry pevných částic (DPF-Diesel Particulate Filter), v nichž dojde ke spálení přes 80% větších i menších částic. Některé filtry umí odstranit z výfukových plynů až 95% veškerých pevných částic. Filtry podle typu potřebují údržbu po 100÷200 tisících najetých kilometrech (především doplnění aditiva pro občasné spálení prachových částic), montují se ale už i filtry bez nutnosti údržby [8]. Filtry pevných částic jsou velmi citlivé na obsah síry v pohonných hmotách a vyžadují speciální motorové oleje.

Filtr je tvořen keramickým porézním tělesem, na jehož povrchu a v pórech se částice zachycují. Po určité době provozu vzroste odpor proti průniku spalín a je nutno zachycené částice odstranit. To se děje zahřáním keramického tělesa filtru pomocí zvýšeného přívodu paliva nebo jiného zdroje tepla na teplotu cca 600°C[22].



Obr. 16, Princip filtru pevných částic „DPF“ [25].

3.3.4 Alternativní pohony

O alternativních palivech se vedou velké diskuse. Řada výrobců automobilů věnuje nemalé prostředky na vývoj palivových článků, vodíkových motorů či elektromotorů, ale podle odborníků budou i v nadcházejících pár letech nadále nejprodávanější vozy s konvenčním zážehovým či vznětovým motorem. Jedním z mnoha důvodů je chybějící infrastruktura pro alternativní paliva, či krátké dojezdové vzdálenosti vozidel s alternativním pohonem.

Pohon	Potenciál efektivity	Výfukové emise	Předpokládaný termín plošného uvedení na trh	Navýšení nákladů	Ostatní
efektivnější konvenční	mírný (50%)	postupně jsou snižovány	současnost až krátkodobý (0÷5let)	minimální (5%)	příznivé pro zákazníky, závislé na ropě
hybridní	významný (100÷200%)	až nulové	krátkodobý (2÷7let)	významné (10÷20%)	stoupající zájem, akceptováno výrobci
palivové články	velmi vysoký (150÷300%)	nízké až nulové	střednědobý (5÷12let)	velmi vysoké (>20%)	potenciální ropná nezávislost
elektrický	velmi vysoký (300%)	nulové	krátkodobý (2÷7let)	velmi vysoké (>20%)	kapacita akumulátorů
nový, dosud neznámý	velmi vysoký (400%)	neznámé	dlouhodobý (15÷20let)	neznámé	neznámé

Tab. 6. Úspory konvenčních paliv pohonnými systémy vozidel [7].

3.3.4.1 LPG - Zkapalněný propan butan

Jedná se zřejmě o nejrozšířenější alternativní palivo v ČR. Motor v dobrém technickém stavu při provozu na LPG produkuje znatelně méně škodlivých látek, než benzínový motor (vyjma oxidů dusíku). Výhodou je i nižší hlučnost motoru (asi o 5 dB) [8].

3.3.4.2 CNG - Stlačený zemní plyn

Z více než 90% je tvořen metanem, produkce škodlivých látek při spalování zemního plynu je nejnižší ze všech paliv – tvoří se prakticky jen oxid uhličitý a voda. Vznik oxidu uhličitého je navíc oproti benzínovému pohonu pětina, což znamená mnohem menší příspěvek ke skleníkovému efektu a klimatickým změnám. Provoz na zemní plyn se také vyznačuje nižším hlukem [8]. Současnou částečnou nevýhodou pro rozšíření tohoto druhu pohonu je malý počet plnicích stanic (to lze však řešit kombinovaným pohonem na zemní plyn a benzín).

3.3.4.3 LNG - Zkapalněný zemní plyn

Zkapalněný zemní plyn je 90–100% metan se zbytky etanu, propanu, vyšších uhlovodíků, dusíku atd., který je zchlazen na -162°C při atmosférickém tlaku. Zkapalněný zemní plyn je studená, namodralá, průzračná kapalina bez zápachu, nekorozivní, netoxická, s malou viskozitou, zaujímající cca 600 x menší objem než plynný zemní plyn a jeho zápalná teplota LNG je 540°C . [26]

3.3.4.4 Bio-paliva



Jedná se především o methylester řepkového oleje (MEŘO) a biolih. Paliva se obvykle používají v různých směsných poměrech s benzínem nebo naftou. Od roku 2008 je tradiční benzín či nafta povinně směšována podílem 2% a od roku 2009 3,5% biologickou složkou. V klasickém (neupraveném) vozidlovém motoru by mělo být, podle EU, možné využít palivo až s třicetiprocentním podílem biologické složky, bez poškození motoru, což odborníci vyvrací. Pro

upravená vozidla by měla být stále častěji k dispozici vysokoprocenní paliva označovaná např. jako E 65, E 85, E 95, kde číslo za písmenem E udává procentuální podíl biologické složky. Bio-paliva produkují jak nižší emise škodlivých látek, tak skleníkových plynů [8].

3.3.4.5 Vodíkové palivové články

Vývoj vodíkové technologie je zatím v počátku. Princip přeměny energie spočívá v chemické reakci vodíku s kyslíkem, při níž vzniká teplo a elektrická energie. Jedinou vzniklou emisí je čistá voda. Tu pak lze opět rozložit na původní prvky a reakci znovu opakovat, takže jde o ekologicky dokonale čistý zdroj obnovitelné energie. Jedná se tedy o akumulaci energie. Otázkou zůstává stejně jako u elektromobilů, jaký bude primární zdroj energie pro výrobu vodíku či elektřiny [8].



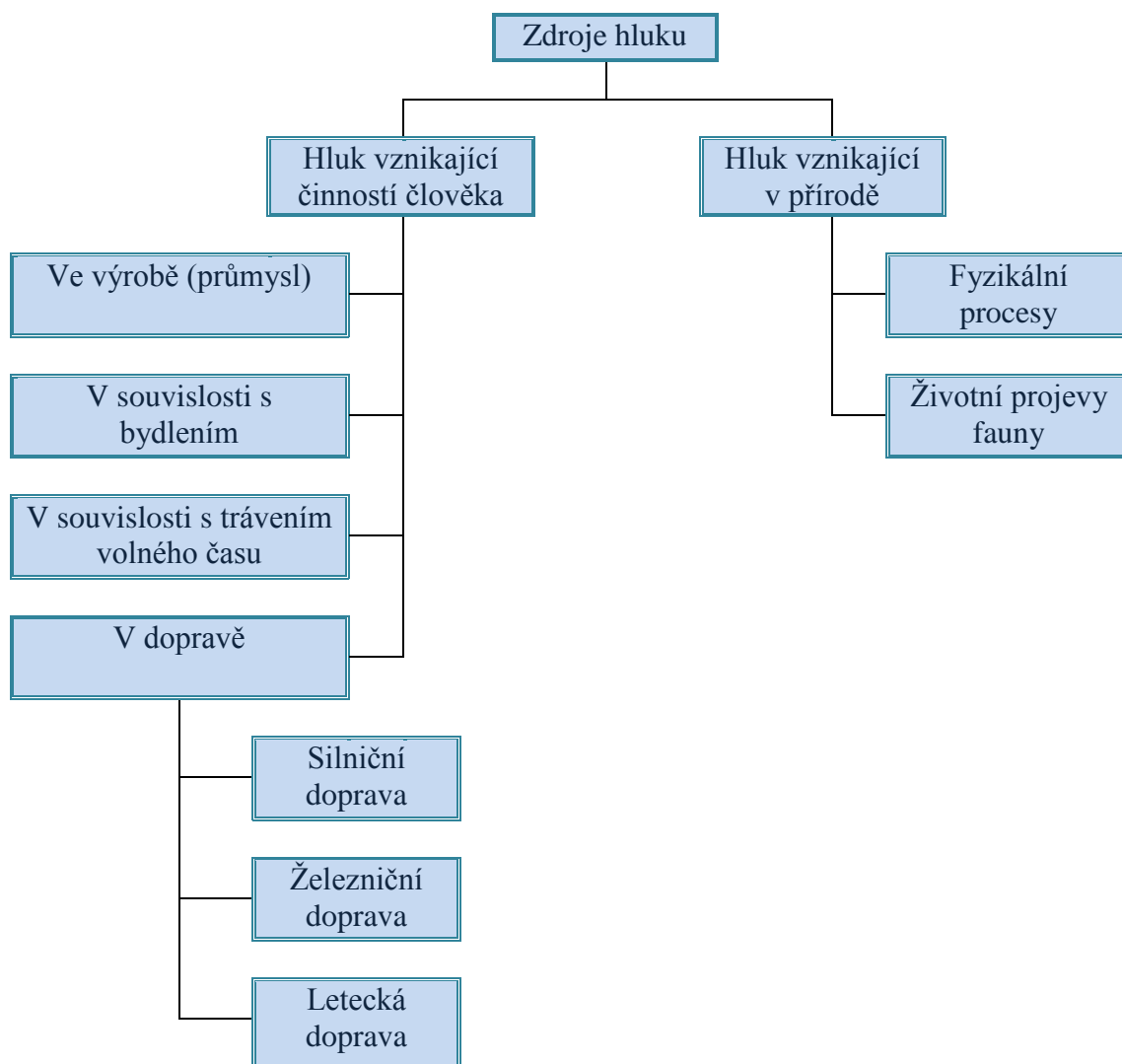
Obr. 17, Vodíková čerpací stanice [8].

2.3.3.6 Elektrické pohony

Stále více se začínají prosazovat elektrické pohony vozidel „elektromobily“, které v minulých letech nebyli nejlepším řešením z důvodu nedostatečné kapacity akumulátorů. K posunu do popředí přispěla i instalace elektromotorů do disků kol místo využití diferenciálu. Jako akumulátory jsou využívány, zatím stále cenově nákladné, akumulátory lithiové. Výzkum je nyní v tomto směru zaměřen na tzv. ultrakapacitory (jsou to elektrolytické kondenzátory s kapacitou až tisíců faradů), které jsou srovnatelné s parametry elektrochemických zdrojů [8].

Existují i další pohony, např. auto na stlačený vzduch nebo solární pohon, zatím se ale jedná spíše o prototypy.

4 Hlukové emise a imise



Tab. 7, Členění zdroje hluku [7].

Hluk je definován jako zvuk, který je pro člověka nežádoucí, nepříjemný, rušivý nebo i škodlivý. Může mít zdravotní, psychické, společenské i ekonomické důsledky.

Ve velkých městech je zcela jednoznačně nejvýznamnějším zdrojem nadměrného hluku působícího na velký počet obyvatel silniční doprava.

Hluk spojený s bydlením (např. domácí spotřebiče) nebo hudební hluk si buď způsobuje člověk sám, nebo je mu vystaven jen krátkou dobu; hluk ze stavební činnosti může být nepříjemný, ale trvá jen po dobu stavby, přičemž hluk z dopravy přetrvává. V oblastech se zvýšenou dopravou působí bez přestání, 24 hodin denně. Lidé žijící u frekventované komunikace se tímto negativním působením z dopravy nevyhnou.

Hluk se dělí podle průběhu hluku v čase na [27]:

- 1) *Ustálený, jehož hladina se v závislosti na čase nemění o více než 5 dB.*
- 2) *Proměnný, jehož hladina se v závislosti na čase mění o více než 5 dB.*
- 3) *Přerušovaný, je hlukem proměnným, měnícím náhle hladinu akustického tlaku.*
- 4) *Impulsní, vytvářený jednotlivými zvukovými impulsy s trváním do 200 ms, nebo sledem takových impulsů následujících po sobě v intervalech delších než 10 ms.*

4.1 Vznik hluku v silniční dopravě

Nejvýraznější a nejzávažnější hluk v silniční dopravě lze rozdělit do tří složek:

- 1) aerodynamický hluk – způsobuje jej samotná karosérie vozidla při rozrážení vzduchu, ale rozhodující je i její tvar
- 2) hluk pohonné jednotky
 - a) SPALOVACÍ MOTOR – při spalování směsi vzniká zejména aerodynamický hluk, kde nejvýrazněji je tomu u nepřepřehňovaných dieselových motorů. Původ může být i mechanický při vymezení vůlí v klikovém, pístovém nebo ventilovém mechanismu, v převodech ozubených kol či řetězů. Nelze opomenout hluk vznikající od hydraulického vstřikování paliva, pohonu servo-systémů, pohon ventilátoru atd.
 - b) VÝFUKOVÝ SYSTÉM – rozhodujícím prvkem bývá buzení plynů ve výfukovém systému, což je hluk koncovky. Velký negativní vliv má i zvuk vyzářený povrchem výfukových tlumičů a výfukového potrubí. Povrch je buzen, jak vnitřními přetlakovými pulsacemi plynů, tak přenosem vibrací od motoru přes vazby potrubí.

c) SYSTÉM SÁNÍ – problematika je podobná systému výfukovému, buzení má však podtlakový charakter. Sání musí, jak snižovat hluk, tak i čistit nasávaný vzduch. Vhodnou volbou vzduchového filtru a vyústění sání v bezprašném prostředí, je dostatečné ke splnění celkových limitů hlučnosti.

d) CHLADICÍ SYSTÉM – největší podíl na hlučnosti této soustavy má chladicí ventilátor.

3) hluk vznikající kontaktem pneumatik s vozovkou

Hluk z motoru převažuje při nižších rychlostech vozidel, tj. do 30 km/h u osobních automobilů a do 50 km/h u nákladních. Při vyšších rychlostech dominuje hluk vzniklý kontaktem pneumatik, přičemž aerodynamický hluk rovněž roste současně s rychlostí. Hluk z pneumatik narůstá úměrně s šířkou a typem pneumatik.

Pro emise hluku vozidel, nejedná se o limit pro vnitřní či vnější hluk, platí v Evropské Unii limit 74 dB pro osobní vozidla a 80 dB pro nákladní vozidla [8].



Obr. 18, Znázornění šíření hluku a jeho poklesu o 5dB na délkovém úseku [28].

Studie, která byla předložena v roce 2006 Evropské komisi, navrhuje přísnější limity pro hlučnost pneumatik osobních i nákladních vozidel v letech 2008 a 2012. Navrhované limity by měli vést ke snížení hluku pneumatik u osobních vozidel o 2,5 ÷ 5,5 dB a u nákladních vozidel o 5,5 ÷ 6,5 dB. Studie dále dokládá, že pneumatiky se sníženou hlučností, nemají žádný negativní vliv ani na bezpečnost, ani na spotřebu paliva.

Zavedení navržených limitů by mělo za následek snížení celkového hlukového zatížení až o 3 dB, což představuje snížení hlukové zátěže (nebo počtu vozidel) na polovinu [8].

Gumárenský průmysl je na výrobu pneumatik, snižující hladinu hluku, technologicky připraven. Zavedení limitů by tak nepřineslo žádné vedlejší náklady. Společenský přínos po zavedení limitů byl vyčíslen na 48÷123 miliard euro v období let 2010÷2022[8]. V současné době se již vyrábějí pneumatiky, které jsou o 8 dB pod limitem.

Zavedení limitů pro hlučnost pneumatik je jedním z nejrychlejších možných opatření pro snižování hlukové zátěže – životnost pneumatik je relativně krátká, tudíž efekt snížení hlučnosti by se projevil v krátkém časovém horizontu.

Použití pneumatik snižujících hlučnost vozidla na tzv. tichém povrchu komunikace tento efekt ještě umocní.

4.2 Negativní účinky hluku na lidský organismus

Hluk působí na člověka dvojnásobem a to tak, že vyvolává přímé účinky na sluchový orgán nebo vyvolává odvozené fyziologické a psychologické poruchy. Působí-li hluk dlouhodobě na organismus, pozorujeme již během prvních minut posun sluchového prahu. Organismus se adaptuje a výrazný hluk vnímá v menší hlasitosti. Tento adaptační děj rychle nastupuje a brzo odeznívá. Druhým stupněm je sluchová únava. Svého vrcholu dosahuje po 7 až 10 minutách [27]. Je spojena navíc se změněným rozlišováním frekvenčních změn, hlasitosti a změn maskování. Odeznívá pomaleji - hodiny, někdy i den.

Od hladin 65 dB výše, se začínají již nepříznivě projevovat účinky hluku zejména změnami vegetativních reakcí. Při trvalém pobytu v prostředí, kde hladiny akustického tlaku přesahují 85 dB již vznikají trvalé poruchy sluchu. Současně se ve větší míře projevují účinky na vegetativní systém a celou nervovou soustavu. Degradací proces sluchu obvykle začíná postižením slyšení v kmitočtové oblasti 4 až 6 kHz. Bolest ve sluchovém orgánu je obvykle spojena s hladinou 130 dB. K protržení bubínku dochází při 160 dB [27].

4.2.1 Vliv hluku na spánek

Spánek je pokládán za aktivní zotavovací proces pro nervovou soustavu. Je nutný, bez něho dochází k poruše funkcí lidského organismu. Hovoří se o čtyřech stádiích spánku. Jejich citlivost na zvukové podněty je podstatně rozdílná. Sluchové hranice pro jednotlivá stadia se liší až o 30 dB. Obecně platí, že pro nerušený spánek by neměla hranice L_{ekv} překročit hodnotu 35 až 37 dB po dobu jeho trvání. Naopak příznivě působí monotónní zvuky jako např. šumění větru, zvuk kapek deště, hukot vody nebo opakující se melodie [27].

4.2.2 Návyk na hluk

Obyvatelé vystavení dlouhodobému hluku, jsou obtěžováni stejnou intenzitou, jako na počátku, avšak tuto skutečnost již nepocítují tak silně. O návyku lze hovořit u lidí v blízkosti dálnic, a frekventovaných komunikacích.

4.2.3 Nemocný člověk a hluk

Základní požadavky pro léčbu nemocného člověka jsou klid, ticho a zvýšená potřeba spánku. V mnohých nemocnicích se však hladina hluku L_{ekv} pohybuje od 40 do 70 dB(A). Impulsní hladina při zavírání dveří dosahuje velikosti 65 až 85 dB(A) a v mnohalůžkových pokojích bývá během 24 hodin naplněna v průměru 700 krát. Hlučné prostředí v důsledku svého maskovacího účinku mnohdy zabraňuje vyšetření srdce a plic, pro které je nutné nepřekročit hladinu 60 dB(A) [27].

4.2.4 Děti a hluk

Děti hluk milují. Křik je sociálním organizátorem. Sluch dětí je třeba chránit. Přibývá poruch sluchu (zejména propadů v audiogramu až o hodnotu 15 dB) v důsledku hluku. Příkladem mohou být nevhodné hračky – dětské pistole, které ještě ve vzdálenosti 10 cm vytvářejí impulsní hladiny akustického tlaku až 168 dB. Děti vyrůstající v hlučném prostředí mají problém s výslovností, neboť vlastně ani neslyší co by měly vyslovovat. V hluku se zhoršuje proces vytváření podmíněných řečových spojů, což znesnadňuje výuku jazyků [27].

4.2.5 Hlasitá hudba

Symfonické orchestry vyvozují L_{ekv} v průměru okolo 85 dB s dynamikou 40 dB. U rockových orchestrů bývá hladina vyšší, 95 dB při nižší dynamice - 20 dB. Nebezpečí jsou proto vystaveni hudebníci v orchestru, zejména u bicích. U přenosných přehrávačů nejčastěji užívané nastavení vytvářející hladinu 66 dB(A) je bez rizika [27].

4.3 Opatření při snižování hluku v silniční dopravě

Většina životních činností je doprovázena vznikem hluku což platí i u silniční dopravy. Při vnímání hluku je člověk kvalitativně i kvantitativně informován o vlastnostech svého okolí a stává se významným informačním a poplašným systémem. Vznikající opatření proti hluku nelze chápat jako boj proti bohaté škále akustických podmětů v životním prostředí, ale především jako ochranu sluchu i ostatních orgánů před nadměrným hlukem.

4.3.1 Snižování externího hluku

VÝSADBA ZELENĚ

- pokud je k dispozici dostatek prostoru podél komunikace, jedná se o nejvhodnější protihlukové opatření. Zeleň zvyšuje estetiku prostředí. Tři metry široký pás zeleně dokáže snížit hluk až o jednu čtvrtinu.

VÝSTAVBA PROTIHLUKOVÝCH STĚN

- musí být vyprojektovány tak, aby hluk jen neodrážely, ale i částečně pohlcovaly a neméně důležitý je i jejich vzhled. Jedná se o prostorovou bariéru, tudíž je umístění protihlukové stěny potřeba vhodně začlenit do krajiny.



Obr. 19, Protihluková stěna umístěna na Rakouské dálnici.

SNÍŽENÍ MAXIMÁLNÍ POVOLENÉ RYCHLOSTI

- vhodnost takto zvoleného protihlukového opatření je třeba odborně posoudit. V případě, kdyby byl řidič vozidla nucen podřadit na nižší převodový stupeň, mohlo by vést naopak k nárůstu hluku. K tomuto opatření je třeba ještě uvážit, aby nejvyšší rychlost nebyla snížena jen “na papíře”, ale i v praxi. Toto je možné dosáhnout např. umístěním radaru, který automaticky zaznamená registrační značky vozidel překračující nejvyšší povolenou rychlost.

ORGANIZAČNÍ ZMĚNY V DOPRAVĚ

- Snížení počtu jízdních pruhů, zúžení vozovky, zpomalovače (retardéry) – jakákoliv podobná opatření vedoucí ke zklidnění dopravy mají totiž vliv i na snížení hlukové zátěže.

VÝMĚNA POVRCHU VOZOVKY

- v některých případech může povrchy vozovky snížit hluk až o 12 dB

4.3.2 Snižování interiérového hluku**PROTIHLUKOVÁ OKNA**

- současná okna mohou zamezit hluku do různé míry, záleží na tom, zda mají jednu, dvě nebo tři skleněné tabule, a na tom jak je sklo silné, a jak dobře jsou okna zatěsněna. Nainstalování moderních protihlukových oken lze snížit nežádoucí hluk až o 75% [8]. Tyto okna jsou výrazně dražší, než běžná okna a měl by je hradit ten, kdo je za nadměrný hluk zodpovědný, což je správce komunikace. Ale negativním účinkům hluku zůstávají lidé vystaveni po dobu větrání místnosti.

ORGANIZAČNÍ ZMĚNY V BYTĚ

- tento krok je nejméně ekonomicky nákladný a myšlenka je taková, že pokud okna z pokoje určeného pro spánek, vedou přímo na komunikaci se zvýšenou hladinou hluku, mnohdy pomůže zaměnit pokoje, které mají jinou stranovou orientaci.

4.4 Legislativní omezení hluku v dopravě

Ochrana lidského zdraví před hlukem je uvedena v zákoně č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, konkrétně v §30-34 tohoto zákona.

Externí (venkovní hluk)	den (6:00-22:00)	noc (22:00-6:00)
základní limit – pro hluk jiný, než z dopravy	50 dB	40 dB
pro hluk ze silniční dopravy	55 dB	45 dB
pro hluk z železniční dopravy	55 dB	50 dB
pro hluk z hlavních silnic	60 dB	50 dB
pro hluk v ochranných pásmech drah	60 dB	55 dB
pro starou hlukovou zátěž	70 dB	60 dB
pro starou hlukovou zátěž u železničních drah	70 dB	65 dB

Tab. 8, Základní limity pro externí hluk [7].

Limity pro hluk jsou pak podrobně stanoveny nařízením vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

U venkovního hluku stanoví nařízení vlády zvlášť limity pro hluk ze stavební činnosti, pro zdravotnická zařízení, pro impulsní hluk, pro hudbu nebo řeč.

Interní (vnitřní) hluk	den (6:00-22:00)	noc (22:00-6:00)
základní limit	40 dB	30 dB
pro hluk ze silniční dopravy (neplatí pro stavby dokončené po 1.6.2006, u nich se použije základní limit)	45 dB	35 dB
pro hluk z hudby, zpěvu a řeči	35 dB	25 dB

Tab. 9, Základní limity pro interní hluk [7].

U vnitřního hluku stanovuje nařízení vlády zvlášť limity pro zdravotnická zařízení a různé veřejné budovy (obchody, školy apod.).

Rozumně dosažitelnou mírou se rozumí poměr mezi náklady na protihluková opatření a jejich přínosem ke snížení hlukové nebo vibrační zátěže fyzických osob stanovený i s ohledem na počet fyzických osob vystavených nadlimitnímu hluku.

Ochranu lidského zdraví před hlukem je tedy stát ochoten zajišťovat jen pokud náklady na opatření budou nižší než maximální léčebné výlohy lidí vystavené nadměrnému hluku. Někdy ale existují vážné důvody, kdy je přijatelné hlukové limity krátkodobě překračovat (např. stavební práce, které nelze uskutečnit jinak). Ve skutečnosti vede neurčitá formulace v zákoně k povolování nesčetně výjimek, a to zejména u hluku ze silniční dopravy. Tyto výjimky platí obvykle pět až deset let a v naprosté většině jsou po uplynutém období dále prodlužovány. Vlastník komunikace situaci snížení hluku řeší například stavbou nových komunikací a tedy odvedením dopravy jinam.

Ve skutečnosti tento postup nefunguje nikde ve světě – po otevření nové silnice (přeložky) intenzita dopravy opravdu na krátký časový úsek klesne, ale celkový nárůst počtu vozidel původní úrovně hluku brzy dosáhne. Čím větší komunikační kapacita je k dispozici, tím větší je objem dopravy. Tento vědecky dokázaný jev se nazývá dopravní indukce [8].

Číslo předpisu EHK	Název, co je obsahem předpisu
9	Vnější hluk tříkolových vozidel kategorie L
41	Vnější hluk motocyklů-vozidel kategorie L
51	Hladiny hluku vozidel s min. čtyřmi koly
63	Vnější hluk mopedů – vozidel kategorie L

Tab. 10, Předpisy EHK zabývající se limity a měřením hluku [7].

5 Vibrace

Vibrace jsou z fyzikálního hlediska definované jako pohyb pružného tělesa nebo prostředí, jehož jednotlivé body kmitají kolem své rovnovážné (stabilní) polohy. Vibrace, které je člověk schopen vnímat, nazýváme chvění. Hluk a vibrace se navzájem podmiňují. Vibrace vyvolané silniční dopravou vznikají průjezdem vozidel po nerovné vozovce a přenášejí se do okolních zástaveb prostřednictvím podloží a konstrukcí staveb buď nepřímo do obytných prostor, nebo přímo do dopravního prostředku. [7] Vibrace přenášené do karoserie vozidla závisí na konstrukci vozidel, jejich odpružených a neodpružených hmotách, rychlosti a zrychlení, na kvalitě a podloží vozovky.

5.1 Vibrace vzniklé silniční dopravou

Z fyzikálního hlediska jsou Vibrace vnímány jak fyziologicky tak psychologicky. Dané vzruchy se přenášejí centrální nervovou soustavou do mozku, kde se integrují, a kde také vzniká subjektivní vnímání. Velikost a intenzita vnímání je určena nejen kmitočtem, ale i rychlostí resp. jednotlivé expozice intenzivních vibrací jsou spojeny nepříjemným subjektivním vjemem představujícím nepohodu a neklid.

Dlouhodobé vystavování vibracím pak může vyvolat trvalé poškození zdraví. Lokální vibrace přenášené např. do rukou či nohou vyvolávají poškození hned několika systémů najednou. Nejvíce bývají zasaženy periferní cévy, nervy horních či spodních končetin a svalově-kloubní aparát. Při dlouhodobější zátěži vzniklé vibrací, jsou počátečním jevem příznaky, které nasvědčují změnám centrálního nervového systému [27].

5.2 Vliv vibrací na lidský organismus

Vnímání vibrací je ovlivněno celou řadou faktorů. Jedná se o komplexní fyziologický a psychologický vjem zprostředkovaný celou řadou receptorů. Dané vzruchy se přenášejí centrální nervovou soustavou do mozku, kde se integrují, a kde také vzniká subjektivní pocit. Velikost vjemu je určena nejen kmitočtem ale i rychlostí, resp. zrychlením kmitavého pohybu.

Vjem vibrací na kmitočtech nižších než 15 Hz je dán funkcí vestibulárního aparátu. Ten určuje odezvu člověka na lineární nebo úhlové zrychlení hlavy a celkové vibrace těla a jeho polohu v prostoru. Vjem vibrací na nízkých kmitočtech je zprostředkován také receptory, které jsou v kloubech, šlachách a svaích. Vibrace o kmitočtech vyšších než 15 Hz jsou vnímány pomocí receptorů na tlak, které se nacházejí v měkkých tkáních a kůži. Expozice intenzivním vibracím je spojena s nepříjemným subjektivním vjemem nepohody, který může být posuzován jak z fyziologického, tak i z psychologického hlediska. Dlouhodobá vystavování se vibracím pak může vyvolat trvalé poškození zdraví. Místní vibrace přenášené

na ruce vyvolávají poškození několika systémů. Nejvíce jsou zasaženy periferní cévy, nervy horních končetin a svalově-kloubní aparát. V závažných případech trvalého poškození rukou se přiznává nemoc z povolání. Při delší expozici vibracím jsou průvodním jevem příznaky změn v centrálním nervovém systému. Nejsnadněji pozorovatelné jsou tzv. bílé prsty způsobené expozicí vibracím [27].

Nepříznivý a mnohdy i škodlivý účinek vibrací na člověka je závislý na způsobu jejich přenosu ze zdroje na člověka a na vedení samotného organismu. Důležitou úlohu zde hraje i individuální tělesná hmotnost.

Podle způsobu přenosu rozlišujeme vibrace přenášené na celý organismus nebo jen lokálně: na ruce, hlavu, páteř a trup. Pro posouzení směrových účinků vibrací byly stanoveny soustavy souřadnic lidského těla a ruky, ve kterých se vibrace měří. Podle toho pak vibrace dělíme na horizontální a vertikální. Akutní poškození vznikají v důsledku rezonančního kmitání dutin organismu nebo jeho části, zejména trupu a žaludku. Zvláště škodlivá jsou pásma frekvencí [27]:

Frekvence [Hz]	Přímé vlivy
2 ÷ 6	pro sedící osobu
4 ÷ 12	pro stojící osobu
12 ÷ 30	pro hlavu
30 ÷ 90	pro oční bulbus, centrální nervovou soustavu a cévy
400 ÷ 600	pro rezonanci lebky

Tab. 11, Kritické frekvence pro lidské tělo [27].

Fyziologicky se vibrace, působící na organismus, projeví: ztrátou rovnováhy, snížením zrakové ostrosti, obtížemi při soustředění, kinetózou (stav organismu vzniklý působením rychlosti), vazoneurózou (cévohybné funkční onemocnění z poruchy nervové činnosti) a potížemi při dýchání.

Nejvyšší přípustné hodnoty jsou pro jednotlivé způsoby přenosu vibrací uvedeny na několika nejčastěji se vyskytujících situacích [27]:

- *vertikální vibrace o kmitočtu nižším než 1 Hz,*
- *celkové vertikální vibrace,*
- *celkové horizontální vibrace,*
- *místní vibrace přenášené na ruce,*
- *vibrace v obytných budovách určených pro kanceláře*

6 Dopravní nehody

Nehodovost v silniční dopravě je významnou problematikou. Nejde jen o tzv. ekonomickou škodu, která vzniká při nehodách, ale také o škodu sociální. Po zemřelých mnohdy zůstávají neúplné rodiny a zranění mívají trvalé následky, které zhoršují jejich společenské uplatnění. Naopak ekonomické škody vznikají ztrátou výdělku, léčebných výloh apod.

6.1 Vývoj dopravní nehodovosti

Zdaleka nejnebezpečnějším druhem dopravy z pohledu nehodovosti je doprava silniční a v jejím rámci individuální motorismus. Tato skutečnost je dána „amatérským“ přístupem většiny řidičů, kteří nepřizpůsobí rychlost a styl jízdy kvalitě komunikace, svým schopnostem a stavu počasí. Častou příčinou dopravní nehody bývá nedodržování pravidel silničního provozu a zvyšující se lehkomyšlnost a bezohlednost.

V ostatních druzích dopravy je profesionalita „řidičů“ dopravních prostředků podmínkou výkonu jejich povolání.

Rok	Nehody	Mrtví (do 30 dnů od nehody)	Zranění	Mrtví/1000 obyvatel	Zranění/1000 obyvatel
1993	152 157	1 524	32 277	0,15	3,12
1995	175 520	1 588	36 967	0,15	3,58
1997	298 431	1 597	36 608	0,15	3,55
1999	225 690	1 455	37 834	0,14	3,67
2001	185 664	1 334	33 676	0,13	3,27
2002	190 718	1 431	34 388	0,14	3,37
2003	195 851	1 447	35 438	0,14	3,47
2004	196 484	1 382	34 254	0,14	3,35
2005	199 262	1 286	32 211	0,13	3,15
2006	187 965	1 063	28 114	0,11	2,74
2007	-	1 222	29 243	0,12	2,85

Tab. 12, Vývoj nehodovosti silniční dopravy v ČR v letech 1993 až 2007 [29].

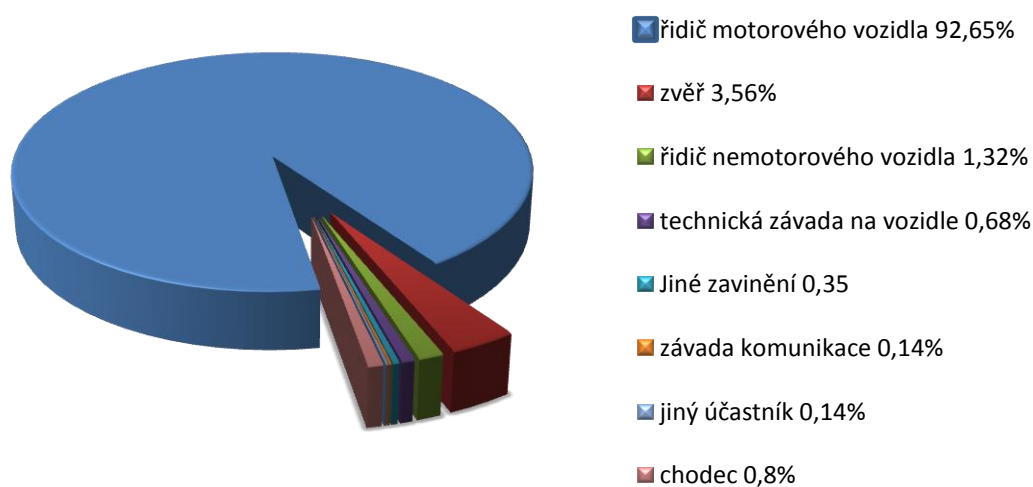
Silniční dopravě připadá největší podíl usmrcených a zraněných osob se srovnáním s ostatními druhy dopravy. Pro srovnání v roce 2005 došlo v ČR k počtu 33 497 zraněných nebo usmrcených osob v silniční dopravě oproti počtu 507 v dopravě železniční, kam jsou navíc zahrnována i zranění nebo usmrcení osob na železničních přejezdech [7].

Rychlost vozidla [km/h]	5	15	25	35	45	55	65	75	85
Šance chodců na přežití [%]	100	98	95	90	80	55	30	5	0

Tab. 13, Poměr rychlosti a pravděpodobnosti chodců na přežití při střetu s vozidlem [5].

6.2 Vliv dopravních nehod na životní prostředí

Ve vztahu dopravních nehod na životní prostředí se dají nejvíce konkretizovat především střety dopravních prostředků se zvěří, kdy při nehodách dochází ke zranění, nebo usmrcení zvěře a ptactva. Tyto střety jsou vzhledem k zavinění na druhém místě v pořadí, kde na místě prvním je řidič motorového vozidla, viz Graf. 4:



Graf 3, Dopravní nehody v ČR v roce 2007, podle zavinění [29].

Při ekologických haváriích rovněž dochází k nejrůznějším unikům ekologicky nebezpečného přepravovaného materiálu či pohonných hmot vozidla.

6.3 Ekonomické následky silničních dopravních nehod

Nehodovost v dopravě je velice diskutovaným problémem. Při nehodách nedochází jen k ekonomickým škodám, které při silničních nehodách vzniknou, ale i ke zranění nebo dokonce smrtelnému zranění. Nehody také mají důsledek tzv. národohospodářský, kdy vznikají omezení dopravních tras během odstraňování následků nehody, nebo léčením zraněných a ztrátou jejich příjmu.

Hodnotit ekonomické následky dopravních nehod je problematické. Nehody jsou poměrně přesně statisticky sledovány jak podle počtu, kategorií, tak i podle míry zavinění. Přímé

hmotné škody jako je zranění či dokonce úmrtí, nebo kompenzace morálních škod, přesněji vyčíslit nelze.

Finanční ztráty způsobené silničními nehodami:

- Škody na dopravních prostředcích. Jsou značné, ale jsou většinou hrazeny původci, tedy nepřímo prostřednictvím pojišťoven.
- Škody na dopravních stavbách a technických zařízeních
- Ztráty vlivem nucené pracovní neschopnosti osob v produktivním věku při dopravních nehodách usmrcených, zmrzačených a zraněných. Představují největší položku ztrát způsobených dopravními nehodami. Nese je společnost a organizace, v kterých jsou dotyční zaměstnání, a zčásti taky sami postižení.
- Náklady na léčení při dopravních nehodách zraněných a zmrzačených osob zatím nese celá společnost.
- Hodnotu zvěře uhynulé při dopravních nehodách nesou vlastníci a uživatelé honiteb.
- Škody způsobené nehodami, při kterých došlo k úniku nebezpečných látek do životního prostředí.
- Náklady na policii střežící bezpečnost dopravy, financuje společnost.

7 Zdravotní, sociální a ekonomické vlivy silniční dopravy

Množství, časová rozmezí a prostorové rozdělení poptávky po dopravě závisí na mnoha aspektech. Současný způsob životního stylu si vyžaduje stále častější využívání motorových vozidel na úkor chůze nebo cyklistiky, což má negativní vliv na zdraví člověka. Doprava musí být rovnocenná a nikoho ze zraněných nezvýhodňovat. Naopak zamezení příliš častého využívání motorového vozidla by mělo ať vlastníka či provozovatele automobilu donutit ke zvýšení ekonomických nákladů na jeho využívání.

7.1 Zdravotní a psychické vlivy dopravy

Negativní vliv dopravy na zdraví je mimo jiné také ovlivnění životního stylu. Používání automobilů na úkor přirozeného pohybu jako je chůze nebo cyklistika má na zdraví člověka negativní vliv. Studie EU prokázala, že i pro krátké vzdálenosti jsou používány automobily na místo pěší chůze nebo jízdního kola. Dále prokázala, že více než 50% cest osobním automobilem je kratší než 5km, která je na kole běžně dosažitelná cca za 15minut. Více než 30% cest autem je kratších než 3km, to je vzdálenost překonatelná pěší chůzí za zhruba 25minut. Český občan v průměru za jeden den urazí cca 1km pěšky, 0,5km na kole a autem cca 27,5km [30].

Světová zpráva o zdraví z roku 2002 [31] konstatuje, že fyzicky nepohyblivých se lidí je v Evropě 17% (v rozmezí 11÷24). Dalších 41% (v rozmezí 31÷51%) lidí se věnuje fyzické aktivitě méně než 2,5 hodiny týdně.

Důležitým aspektem v dopravě z pohledu zdraví člověka je rovněž duševní stav účastníků silničního provozu.

7.2 Ekonomické vlivy na silniční dopravu

Ve vztahu dopravy k životnímu prostředí jsou velmi důležitá i ekonomická hlediska, neboť finanční náklady na dopravu patří k nejvýznamnějším faktorům, které ovlivňují výběr dopravního prostředku k cestování a následně tak produkci hluku a emisí. Některé náklady často nejsou započítány do celkové ceny přepravy, a v tomto případě se jedná o tzv. externí náklady na dopravu. Dopravní ekonomie se zabývá nejen náklady, ale také přínosy dopravy.

Doprava je specifická tím, že jejím výstupem (produktem) je dopravení zboží nebo pasažérů z výchozího místa do místa cílového v určitém čase. Základními jednotkami, kterými vykazujeme produkci dopravy, jsou osobokilometry a tunokilometry. Přitom však má velký význam i časová periodicitu dopravy. Nejvyšší zájem zejména o osobní dopravu je z pravidla v ranních a odpoledních hodinách pracovního dne, z důvodu dopravy občanů do zaměstnání, a na začátku a konci prázdnin. Na poptávku po dopravě mají vliv i další parametry kvality dopravy, a to: kvalita dopravní cesty, spolehlivost nebo pohodlí (komfort) dopravního prostředku. Dalším charakteristickým rysem dopravy je vysoká míra veřejnoprávní regulace, která zahrnuje ceny, přístup a provoz silniční dopravy. Zdůvodnění zavedení této regulace vychází z toho, že stát financuje značnou část potřebné dopravní infrastruktury, zabezpečuje údržbu komunikací ve veřejném zájmu, zajišťuje dopravní obslužnost obcí a kontroluje dodržování pravidel silničního provozu [7].

7.2.1 Individuální a společenské náklady na silniční dopravu

Silniční doprava, stejně jako každá jiná činnost, je spjata s určitými náklady a následně předpokládanými výnosy. Náklady jsou přímé, nebo nepřímé. Přímým nákladem jsou pohonné hmoty, pneumatiky, oleje apod. Náklady, které jsou způsobeny emisemi výfukových plynů, nadměrným hlukem atd. však zpravidla nejsou zahrnuty do dopravních nákladů a je problematické jejich vyčíslení. Přímé náklady může nést spotřebitel, který si koupí pohonné hmoty nebo jen jízdenku a stát prostřednictvím daní rozhodne o stavbě nové komunikace, nebo nějaká další osoba, která bydlí u rušné silnice a z důvodu nadměrného hluku investuje do protihlukových oken. Pro efektivní fungování dopravního trhu je nezbytné, aby ceny transparentně odrážely všechny náklady.

Přínosy i náklady dopravy je možné rozdělit na individuální a společenské. Individuální přínos představuje přínos pro toho, kdo dopravu skutečně využívá, tzn. úspora času nebo lepší dostupnost zboží. Náklady pak představují finanční náklady vynaložené uživatelem na provoz a údržbu vozidla nebo na jízdenku veřejné dopravy. Společenské přínosy dopravy představují přínosy pro všechny subjekty ve společnosti, které konkrétně službu silniční dopravy nevyužívají [7].

Problematika je ve vyčíslení pozitivních externích nákladů na dopravu. Doprava jako taková má obecně celou řadu výhod, většina těchto výhod je však „individualizována“. Společenské přínosy jsou rovny přínosům individuálním, na rozdíl od společenských nákladů, které jsou u silniční dopravy vyšší než náklady individuální [7]. Nejedná se tedy o klasické pozitivní externí náklady, ale o výhody pro spotřebitele, což znamená úsporu cestovního času, větší komfort, a to díky kvalitnější dopravní infrastruktuře.

7.2.2 Zpoplatnění externích nákladů

Všeobecně je známo, že externí náklady, z ekonomického hlediska, jsou vnímány jako selhání trhu. Jedná se o náklady, které silniční doprava přenáší na jiné subjekty, aniž by je kompenzovala. Existence externích nákladů je často spojována s chybějícími vlastnickými právy, což platí především pro složky životního prostředí, jako je ovzduší, ozónová vrstva, vodní zdroje nebo volně žijící zvěř a živočichové. V případě, že externí náklady zvyšují užitek ostatním, označujeme je jako pozitivní externí náklady. O negativních externích nákladech hovoříme, pokud se ostatním užitek snižuje. Tyto externí efekty mají značný vliv na kvalitu životního prostředí [32]. V oblasti dopravy dochází velmi často k negativním externím nákladům, z nichž k nejzávažnějším patří emise výfukových plynů ze silniční dopravy. Důsledkem znečištění ovzduší těmito škodlivými emisemi je mimo jiné poškození lidského zdraví, škody materiální (rychlejší koroze, nižší životnost omítek apod.), škody na lesních porostech i na zemědělské produkci. To vše s sebou nese nepřímé dodatečné náklady.

Společensky efektivní řešení problému externích nákladů není úplné zamezení jejich vzniku, jak se většina lidí v souvislosti s produkcí emisí škodlivých plynů může domnívat, ale zahrnutí externích nákladů do celkové ceny, která bude odpovídat celkovým společenským nákladům [33].

Předpokladem pro začlenění externích nákladů, do celkových výdajů za dopravu, je jejich ocenění. Právě stanovení cen za využívání životního prostředí patří mezi nejvíce diskutovaná témata v souvislosti se zpoplatněním externích nákladů na silniční dopravu. Metody, které by odhadli celkové hodnoty nákladů, nejsou v současné době dostatečně rozvinuty.

V neoklasické ekonomii je nejčastěji zmiňován přístup tzv. Pigouovské (Pigouviánské) daně. Tato daň je uvalena na původce externích nákladů ve výši rozdílu mezi společenskými a soukromými náklady, což vede ke snížení produkce těchto externích nákladů na společensky optimální úroveň. Pigouviánské daně jsou daně teoreticky ideální, avšak z důvodu náročnosti jejich stanovování (tj. zjištění výše externality a jejího původce), sledování a kontroly je jejich zavedení v reálném světě obtížné [32].

Pro začlenění z hlediska společenské efektivnosti je nutné do celkových nákladů na dopravu zahrnovat i náklady externí, ale otázkou zůstává, jestli zahrnout externí náklady mezní nebo náklady průměrné. Mezními náklady se rozumí náklady, které způsobuje vozidlo, při využití dopravní komunikace.

Snahou je zpoplatnit dopravu ve výši mezních společenských nákladů. Jedná se o takové náklady, které nese společnost, a které jsou spojené s každým dalším ujetým kilometrem. Poplatky zahrnují náklady infrastruktury a náklady, které vozidlo způsobuje ostatním uživatelům dopravy a celé společnosti. Jsou to především náklady škod způsobených emisemi, hlukem, nehodami apod. Zpoplatnění by mělo zajistit, aby kapacita dopravní sítě byla udržována na přijatelné úrovni. S mezními náklady jsou spojeny technické problémy týkající se způsobů jejich určení a výběru pro jednotlivé vozidlo.

Základní členění dělí používané nástroje na nástroje tržně-ekonomické, což jsou daně a poplatky, obchodovatelná povolení a ostatní (např. pojištění), a na nástroje normativní, které jsou založeny na zákazech a příkazech, limitech a předepsaných standardech, které nazýváme legislativní omezení. Zpoplatnění mění relativní ceny výrobků a služeb, případně snižují příjmy, čímž působí na změnu chování spotřebitelů i výrobců. Oproti nástrojům normativním nabízejí ekonomické nástroje celou řadu výhod: umožňují obvykle větší a rychlejší přizpůsobení. Motivují k rychlému zavádění nových technologií, bývají méně administrativně náročné a často ještě přinášejí dodatečné příjmy do veřejných rozpočtů.

7.2.2.1 Poplatky a daně

Poplatky a daně patří k základním ekonomickým nástrojům každého státu. Na rozdíl od daní, které jsou povinné a zákonem stanovené, jsou poplatky spojeny s předem danou protislužbou či jinou proti-výhodou. Dochází však často k zaměňování těchto pojmů, čímž dochází k situaci, kdy je ekologickou daní poplatek za vypouštění znečišťujících látek do ovzduší. Daně a poplatky v oblasti silniční dopravy jsou uvedeny v Tab. 14.

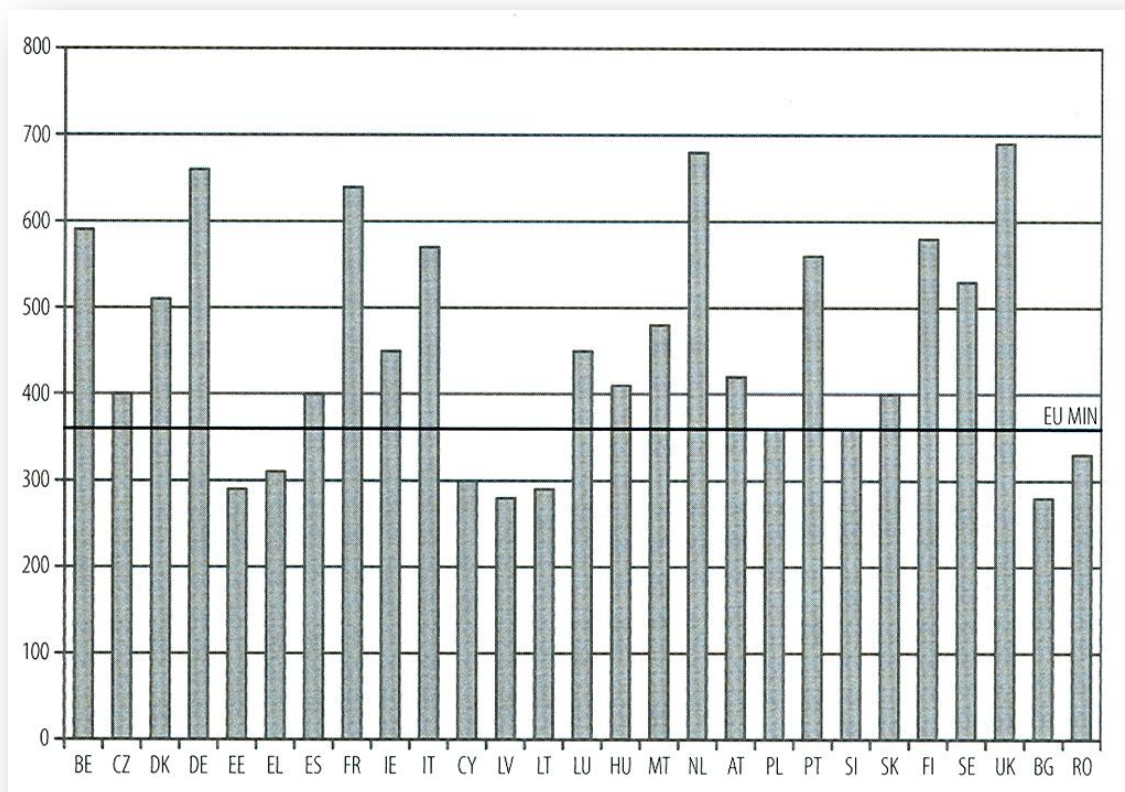
Poplatky	Daně
Dálniční nálepka	Registrační daně z vozidel
Mýtné	Cirkulační daně z vozidel
Poplatky z přepravy nadměrných nákladů	Silniční daň (u podnikových vozidel)
Parkovací poplatky	Spotřební daně z pohonných hmot
Poplatky za vjezd do městských center, případně jiných zpoplatněných lokalit	Ekologická daň při přepisu vozidla

Tab. 14. Přehled daní a poplatků v silniční dopravě.

S výjimkou registrační daně z vozidel a poplatků z přepravy nadměrných nákladů jsou v silniční dopravě na území České republiky využívány všechny vyjmenované druhy daní a poplatků. U ostatních (nesilničních) druhů dopravy se používá menší spektrum ekonomických nástrojů, nejčastěji to jsou spotřební daně z pohonných hmot, poplatky za přístup k infrastrukturám atd.

7.2.2.2 Spotřební a silniční daň

Spotřební a silniční daně se řadí mezi daně související se životním prostředím, ale jejich daňový základ má nepřímou souvislost se životním prostředím, přestože tyto daně jsou vybírány pro jiné účely, než je ochrana životního prostředí. Předmětem spotřební daně z minerálních olejů nejsou jen minerální oleje, ale také všechny výrobky pro pohon motorů a rovněž vymezené výrobky užívané k přeměně na teplo, a to včetně jejich směsí. Od daně jsou osvobozeny některé odpadní oleje, čistá bio-paliva a některé další produkty. Stávající sazba daně pro bezolovnaté benziny je 11,84 Kč/litr, pro naftu, střední oleje a těžké plynové oleje 9,95 Kč/litr, pro těžké topné oleje 0,472 Kč na kilogram. Celkový výnos spotřební daně z minerálních olejů (pohonných hmot) je cca 70 mld. Kč/rok. Část tohoto výnosu je odváděna do Státního fondu dopravní infrastruktury. Dříve se jednalo o 20%, ale od roku 2005 se tento podíl snížil na 9,1%, což v absolutním vyjádření znamená snížení příjmů o 7,4 mld. Kč na dopravní infrastrukturu [7]. Důvodem snížení bylo převedení správy silnic II. a III. třídy na kraje, které zároveň s tím dostaly odpovídající finanční kompenzaci.



Graf 4, Zdanění bezolovnatého benzinu (bez DPH) v zemích Evropské unie v €/1000litrů [7].

Daní související se životním prostředím je i daň silniční, která je uvalena na osobní a nákladní automobily používané pro účely podnikání. Roční sazba silniční daně pro osobní automobily se pohybuje od 1200 do 4200 Kč, podle zdvihového objemu motoru a emisní kategorie. Silniční daň pro nákladní automobily závisí na hmotnosti vozidla a počtu náprav, může dosáhnout až 50 400 Kč/rok. To znamená, že vozidlo má min. 3 nápravy a hmotnost nad 36tun. Od daně jsou osvobozena vozidla zajišťující linkovou osobní vnitrostátní přepravu a elektromobily. V roce 2004 činil celkový výnos silniční daně 5,51 mld. Kč [29]. V případě silniční daně rovněž existuje částečná sjednocení v rámci Evropské unie, která se týká pouze nákladních automobilů, pro které jsou stanoveny minimální sazby daně v závislosti na počtu náprav a celkové hmotnosti. Evropská unie nově zavádí sjednocení zdanění osobních vozidel, které zohledňuje objem emisí hlavního skleníkového plynu, tedy oxidu uhličitého [31].

7.2.2.3 Zpoplatnění dopravní infrastruktury

V silniční dopravě jsou nejvíce rozšířeny dva přístupy zpoplatnění komunikací, a to časové od ledna 2007 a výkonové. Zatímco časové zpoplatnění zohledňuje pouze dobu použití určité infrastruktury, výkonové zpoplatnění umožňuje zohlednit vedle doby užití i množství ujetých kilometrů. V České republice se používají oba dva systémy pro vybrané zpoplatněné komunikace, kde časovým zpoplatněním je dálniční známka (roční, měsíční a týdenní) a výkonovým zpoplatněním, což je mýtné.

Sazby časového poplatku jsou stanoveny podle hmotnosti, kdežto u mýtného podle začlenění do emisních tříd a počtu náprav. Pro časové zpoplatnění jsou stanoveny varianty platnosti na roční, měsíční a týdenní. Sazby mýtného jsou podle počtu náprav a emisní třídy vozidla stanoveny v rozmezí od 1,7 Kč/km pro vozidlo EURO 3 a vyšší s 2 nápravami až 5,4 Kč/km pro vozidlo EURO 2 a nižší s 4 a více nápravami (jednotlivé sazby jsou uvedeny v Tab. 15). Výnosy z prodeje dálničních známek i výběru mýtného jsou příjmem Státního fondu dopravní infrastruktury, který financuje rozvoj, výstavbu, údržbu a modernizaci silnic a dálnic.

Sazba mýtného [Kč/km]						
	Emise třídy EURO II a starší			Emise třídy EURO III a novější		
	Počet náprav					
	2	3	4 a více	2	3	4 a více
Dálnice a rychlostní komunikace	2,30	3,70	5,40	1,70	2,90	4,20
Silnice I. třídy	1,10	1,80	2,60	0,80	1,40	2,00

Tab. 15. Sazba mýtného platná od 1.1.2008 [35].

7.2.2.4 Pojištění silničních vozidel

Pojištění má v oblasti silniční dopravy specifický význam, protože prostřednictvím povinného pojištění je v silniční dopravě řešena problematika odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla. Zákon č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla kromě jiného stanovuje minimální pojistné plnění, do kterých musí být kryty poškozeným škody na zdraví nebo usmrcením, škody na majetku, ušlý zisk a účelně vynaložené náklady na vymáhání těchto náhrad.

7.2.2.5 Zpoplatnění povolenek

Zpoplatněná povolení jsou nejčastěji používána pro cílené snížení emisí na předem stanovenou úroveň, která odpovídá vydanému množství povolenek. Tím se liší od ekologických daní, kde u daní je předem známá daňová sazba, ale není jasný objem snížení emisí, zatímco u obchodovatelných povolenek je tomu přesně naopak. [7] V Evropské unii funguje od roku 2005 systém obchodování s povolenkami na emise CO₂, který se zatím týká pouze zdrojů stacionárních.

7.2.2.6 Dotace na dopravu

Za dotaci je považováno opatření, které udržuje ceny pro spotřebitele pod tržní úroveň, nebo pro výrobce nad tržní úroveň. Jednou z nejčastějších forem dotací jsou státní podpory. Jsou to poskytované finanční prostředky státu nebo územní samosprávy, které poskytují příjemci výhodu, na kterou by jinak „nedosáhl“.

V oblasti dopravy jsou typickými příklady státních podpor daňové úlevy či podpory ve veřejné dopravě. Například je z prostředků krajů hrazena prokazatelná ztráta dopravci, který provozuje linkovou autobusovou dopravu v rámci závazku veřejné smlouvy k zabezpečení dopravní obslužnosti území. Stát také dotuje nákup vozidel pro veřejnou linkovou dopravu a městskou hromadnou dopravu. Zvláštní důraz je kladen na podporu vozidel s ekologickým pohonem. Podpora je poskytována dopravcům zajišťujícím dopravní obslužnost území nebo provozujícím městskou hromadnou dopravu. Výše podpory na obnovu vozového parku autobusů je poskytována formou fixní částky, která může být maximálně 30 % pořizovací ceny dopravních prostředků. [7]

7.3 Sociální hodnoty v silniční dopravě

Silniční doprava je neutrální a má jednoznačně účelovou povahu. U všech jejích realizací je možné odhalit jak kladný, tak záporný sociální charakter. Silniční doprava utváří spojení mezi rozdílnými kulturami nebo společenskými skupinami, ale na straně druhé je jedna z podmětů, které vytvářejí bariéry vzájemné komunikace.

Z pohledu dopravy, je nejdůležitější sociální hodnotou, zajištění rovnocenného přístupu pro všechny skupiny obyvatel a rozšiřování životního stylu závislého na používání automobilů.

7.3.1 Rovnocenný přístup k užívání silniční dopravy

Pohyb a mobilita se staly znakem současné společnosti. Jejich vliv na hodnoty životního stylu společnosti má v souvislosti s globalizačními procesy vzrůstající tendenci. Ale ne každý občan ve společnosti má rovnocenný přístup k silniční dopravě jako jiní. Ačkoliv je právo svobodného pohybu uváděno v „Listině základních práv a svobod“ [36], existují ve společnosti stále značné rozdíly v přístupu k dopravě. Je v moci státu, aby pomáhal tyto hranice rovnocenného přístupu překonávat, protože udržitelná doprava není ta, která pouze nepoškozuje životní prostředí, ale i ta, co slouží všem lidem a nikoho neznevýhodňuje.

7.3.2 Dopravní sjednocení vzdálených území

Velkým problémem vesnic a také příčin jeho vylidňování je nízká dopravní obslužnost malých obcí, osad či samot v místech značně vzdálených od větších měst. V České republice je husté osídlení venkova a zavedená tradice dopravní obsluhy veřejnou dopravou. Po revoluci roku 1989 se v souvislosti s postupným omezováním intenzity veřejné silniční dopravy začal tento problém vyskytovat i v České republice. V některých menších obcích je člověk dokonce bez vlastního automobilu prakticky „odříznut od světa“, a to z pohledu dostupnosti zdravotních a sociálních služeb a úřadů.

Špatné dopravní spojení, spolu s nedostatkem pracovních příležitostí na venkově, pak má za následek zvýšení urbanizačních procesů. Zejména mladší generace se stěhuje za prací do větších měst a na venkově zůstávají především starší lidé. To však ještě více komplikuje řešení problému stárnoucí populace na venkově.

7.3.3 Sociální členění

Každodenní mobilita je součástí běžné sociální praxe, která přispívá k vytváření sociální struktury. Dodržováním normální sociální praxe, v našem případě, tedy spotřebou mobilních služeb, lidé prokazují své členství ve společnosti a podílejí se na reprodukci sociálního řádu. Existuje mnoho příčin, proč mnozí lidé nemohou dostát svých sociálních závazků, protože nejsou schopni udržovat svoji každodenní mobilitu. Problémy s dopravou mohou tvořit významnou bariéru začleňování jedinců či celých skupin do společnosti. To, že lidé nemají přístup k různým službám, je důsledkem sociální exkluze, čili vyloučení. Nemohou například využívat dopravu kvůli nízkým příjmům, nebo trasy veřejné dopravy nevedou do patřičných míst. Věk a invalidita jsou dalšími častými důvody, které se podílejí na omezení mobility. Problémy s poskytováním dopravy a s lokací služeb mohou vyloučení posilovat. Zabraňují lidem v přístupu ke klíčovým lokálním službám a aktivitám, např. k práci, škole, zdravotní péči, nákupu potravin i jiným volnočasovým aktivitám. Problémy se mohou lišit podle typu území (venkov - město) či mezi různými skupinami osob, přičemž nejpalčivěji tento problém doléhá na chudé, tělesně postižené, seniory a rodiny s dětmi. Dochází tedy k socioprostorové

exkluzi některých skupin, jakožto dopadu vazeb mezi sociálními povinnostmi a závazky lidí, jejich individuálními zdroji (zejména časem a finančními možnostmi) a dostupnou dopravní infrastrukturou. Tento trojúhelník vztahů tak spoluvytváří dlouhodobé vzorce dopravního chování domácností, v nichž volba dopravního prostředku či plánování cest není jen věcí krátkodobé kalkulace, ale zahrnuje i dlouhodobé závazky a povinnosti. Již samo místo bydliště a možnost využívání určitých druhů dopravy tedy určuje např. volbu určitých škol, obchodů nebo výběr zaměstnání [7].

7.3.4 Zajištění dopravní obsluhy stárnoucí populaci

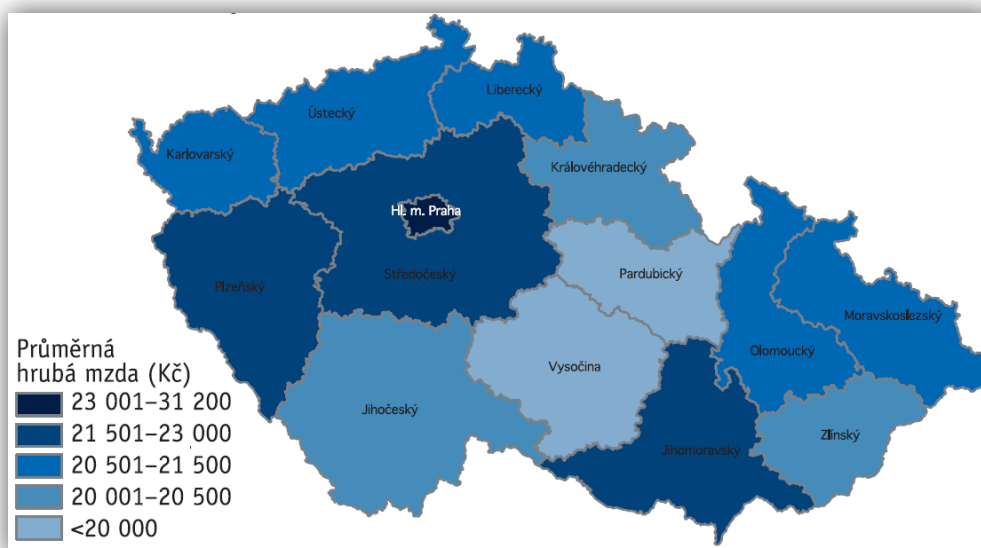
Stárnutí populace je dalším prvkem významných problémů, kterým je třeba čelit. Staří lidé jsou daleko častěji odkázáni na veřejnou dopravu, která je však na mnoha místech vytlačována dopravou individuální. Zvyšující se hustota provozu na silnicích s sebou nese stresové situace a jím podobná rizika. Klade vysoké požadavky na staré řidiče, kteří pak častěji chybují v určitých dopravních situacích. Doprava se tak musí přizpůsobovat stárnoucí populaci, která bude v následujících letech ještě sílit. Z tohoto důvodu vznikl podnět na OSN úrovni, na jejímž základě zpracovala Česká republika „Národní program přípravy na stárnutí za období 2003-2007“, schválený Vládou České republiky v roce 2002. Ten k tématu dopravy uvádí dva body [37]:

- 1) „V rámci dopravní politiky aplikovat specifické požadavky kladené na dopravní systémy s ohledem na potřeby seniorů a osob se zdravotním postižením, zejména z hlediska bezpečnosti, přístupnosti a stálosti. Zpřístupnit dopravní síť všem osobám z hlediska jejich mobility a bez bezpečnostních rizik.“
- 2) „Na základě celospolečenské dohody sledovat a stanovovat podmínky pro přepravu seniorů dopravními systémy a podmínky pro seniory v oblasti telekomunikací.“
Vzhledem k dopravním preferencím seniorů je nutné se soustředit na vytváření bezbariérového prostředí ve veřejné dopravě, vedle nabídky nízkopodlažních spojů také zajistit jednoduchý přístup k zastávkám a železničním stanicím, včetně omezení výstavby složitých nadchodů a podchodů, jejichž překonání činí starším a imobilním spoluobčanům značné potíže.

7.3.5 Mobilita a životní styl obyvatel

Skutečné možnosti přepravy jsou do určité míry zobrazením životního stylu jedince. Životní styl tedy není jednotný pro celou populaci, ale je v různých sociálních skupinách rozdílný. Tak jak se zvyšuje dostupnost motorových vozidel, tak se zvyšuje i růst turistiky a s tím související negativní vlivy dopravy na životní prostředí. Životní styl „movitějších“ vrstev obyvatel byl vždy charakteristický vysokým stupněm mobility. Je možné doložit i z historie, že daleko více cestovali „bohatší“ vrstvy obyvatel než ti ostatní. Není tomu jinak ani dnes, kdy vyšší společenské vrstvy žijí tzv. globálním životním stylem. Naopak nižší společenské vrstvy jsou charakteristické nízkou mobilitou a lokální (plošně omezeným) životní úrovní [38].

Zatímco „movitější vrstvy“ mají svobodu cestovat téměř kamkoli a kdykoli, „méně bohatí“ bývají závislí na místě okolí svého bydliště, protože jim to méně finančních prostředků neumožňuje. Lokální životní styl přetrvává především v regionech s nižší úrovní příjmů (viz Obr. 4, Průměrná hrubá mzda v krajích).



Obr. 20, Průměrná hrubá mzda v krajích v roce 2007 [65].

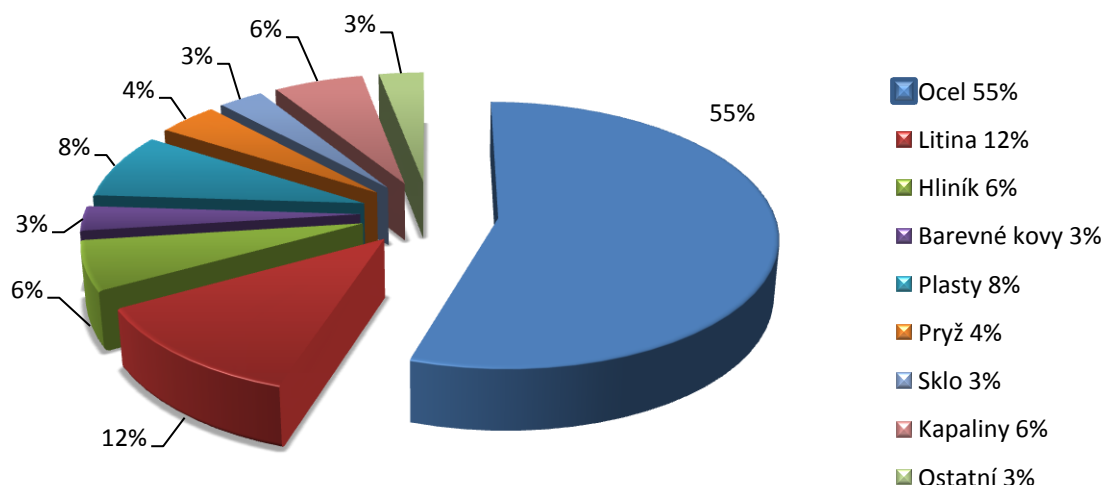
Závislost na dopravě je doprovodným dějem osidlovacích procesů, charakteristických pro okolí velkých měst, kde v rámci osidlování vznikají nové druhy osídlení, které jsou vyznačovány vyšší soustředěností příjmových skupin obyvatelstva do nově vznikajících míst, protože právě oni si mohou nové bydlení dovolit.

Vzhledem k jejich vyššímu životnímu stylu, který je výrazně závislý na dojíždění osobním automobilem do zaměstnání, škol a obchodů, vznikají lokality dosažitelné právě a jenom motorovým vozidlem, protože hromadná doprava není z ekonomického hlediska výhodná. Při budování takovýchto sídel mnohdy dochází ke skryté sociální nerovnosti.

Podobný trend je patrný u osidlování komerčního charakteru, kdy nově budovaná obchodní centra, vznikající v zónách předměstí v blízkosti hlavních komunikačních tahů. Jsou budována tak, aby byla jednoduše dosažitelná motorovým vozidlem, a alternativní druhy dopravy, jsou pro provozovatele takovýchto center nevýznamné.

8 Odpady vzniklé z provozu vozidla

Množství odpadů, které jsou výrazným zdrojem škodlivých látek, se neustále zvyšuje v důsledku stále rostoucího počtu automobilů v ČR (v roce 2007 cca 4,28 milionu aut) [29] a obměny vozového parku. Mezi nejzávažnější patří auto-vraky, tvořené různými druhy odpadů, např. pneumatikami, olovenými akumulátory, olejovými filtry, brzdovými a nemrznoucími kapalinami, součástkami obsahujícími rtuť či PCB, brzdovými destičkami obsahujícími azbest atd. Z provozu je v ČR ročně vyřazováno cca 160 tisíc aut, přičemž průměrná hmotnost automobilu je kolem 1 tuny [39].



Graf 5, Materiálové složení automobilu [40].

Dokumentem, který upravuje nakládání s vozidly po ukončení jejich životnosti v Evropské unii, je směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/53/EC o vozidlech s ukončenou životností z 18. 9. 2000 a její dodatky vydané formou Rozhodnutí Komise Evropských společenství v roce 2002. Zmíněná směrnice se zabývá vozidly po ukončení životnosti, ale také klade řadu podmínek i na automobil jako výrobek. Účelem směrnice je tedy nastavit podmínky pro postupné snižování množství a nebezpečnosti odpadů z vyřazených vozidel. Tento předpis Evropského společenství je převeden do českých právních předpisů formou

změny zákona o odpadech č. 185/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů (úplné znění zákona o odpadech č. 106/2005 Sb.), jeho prováděcího předpisu, kterým je vyhláška MŽP č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady ve znění vyhlášky č. 41/2005 Sb., která popisuje detailněji povinnosti přijaté pro nakládání s auto-vraky. Zákon č. 56/2001 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích upravuje trvalé a dočasné vyřazení vozidla z registru silničních vozidel. Pro vlastní zavedení požadavků novely zákona o odpadech do praxe budou sloužit tzv. realizační programy POH ČR pro auto-vraky, pneumatiky, baterie a akumulátory a další. Jejich zpracování zabezpečuje a koordinuje MŽP (ministerstvo Životního prostředí), a to na základě přílohy k nařízení vlády č. 197/2003 Sb., o Plánu odpadového hospodářství [41].



Obr. 21, Auto-vrakoviště [42].

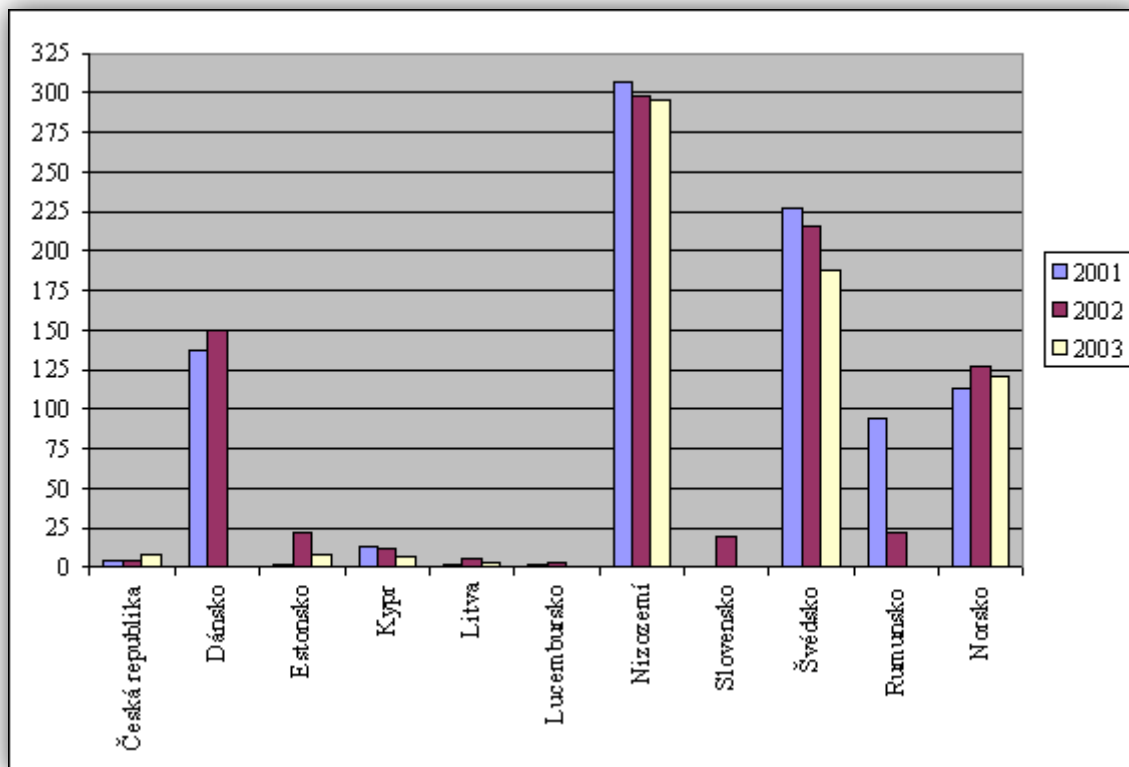
Systém odhlašování a ekologického nakládání s vyřazenými osobními automobily v EU je tvořen následujícími kroky. Základem je odevzdání vozidla do sběrné sítě autovrakovišť, poté je provedena postupná demontáž autovraku tak, aby byly získány jednotlivé složky, které lze samostatně lépe zhodnotit. Kromě toho je možné oddělit od ostatního odpadu složky, obsahující nebezpečné látky a snížit tak celkové množství nebezpečného odpadu. Drcením samotné karoserie lze získat ocelový šrot vysoké čistoty, případně lze tento krok nahradit investičně i provozně méně náročným stříháním a následným lisováním [41]. Důsledné třídění je předpokladem pro vyšší úroveň hutního zpracování součástí z neželezných kovů.



Obr. 22, Lisování autovlaku [43].

V zemích EU jsou celkové náklady na demontáž automobilu mezi 150 a 400 €. Nejvíce drtiček automobilového odpadu je v Německu, Francii a Velké Británii při průměrných nákladech mezi 50 až 70 € za vozidlo. V ČR je v současnosti cca 80 sběrných míst a 8 zařízení pro zpracování auto-vraků (demontážní zařízení + šrédry). Za ekologické zpracování osobních vozidel s ukončenou životností se v průměru vybírá poplatek ve výši 1200,- Kč. Náklady na ekologické zpracování auto-vraku se v ČR pohybují ve výši kolem 3000,- Kč, z toho cca jedna třetina nákladů je použita na svoz a manipulaci, ostatní náklady zahrnují vlastní zpracování auto-vraku a odstranění zbývajících částí včetně nebezpečných odpadů [44, 45].

Pro srovnání s ostatními evropskými státy je uveden Graf 8, který znázorňuje produkci autovraků v letech 2001-2003.



Graf 6, Produkce auto-vraků ve vybraných evropských státech [tis. tun/rok] [41].

9 Znečišťování vody a půdy

Závažným problémem působení silniční dopravy je znečištění vody a půdy v okolí dopravních komunikací, zejména pak rychlostních silnic a dálnic. Samotná voda je nezbytnou složkou fauny a flory. Pro člověka je nenahraditelná, jelikož lidské tělo obsahuje 65% této látky, a pro obnovování lidských funkcí je nutné doplňovat 2÷4 litry tekutin denně. Voda je základním surovinovým zdrojem nutným pro zachování a zabezpečení formy života. Rizik kontaminace prostředí může být celá řada. Mohou to být zimní údržby komunikací, opotřebení motoru, opotřebení pneumatik, čerpací stanice atd.

9.1 Znečištění vod

Znečišťování vod je způsobeno splachem srážkových vod z povrchu komunikací s vysokou intenzitou dopravy. Míra znečištění je závislá na množství srážek dopadajících na povrch komunikace, kde koncentrace nežádoucích látek je nejvyšší v prvních minutách srážek a v průběhu deště se snižují. Znečištění se nejvíce projevuje za vyústěním odtoku, kde voda

ještě není dostatečně zředěna. Jedná se o škodliviny kovových částic a dalších pevných látek vznikající při dopravním provozu zejména obrušováním povrchu vozovek a pneumatik.

Škodliviny mohou mít původ i v materiálech používaných k údržbě povrchů vozovek, parkovišť a odpočívadel, především v zimním období, kdy může být kontaminace spojována s aplikací rozmrazovacích a nemrznoucích směsí. Dalším zdrojem znečištění vody je odkapávání oleje a pohonných hmot, kde se do životního prostředí uvolňují organické látky, jako jsou PAH (nepolární extrahované látky - NEL) a kovy. Významným rizikem možného znečištění vod představují čerpací stanice, kde v jejich okolí a přilehlých parkovištích byli naměřeny nejvyšší koncentrace PAH. Podle mnoha studií jsou silniční komunikace zdrojem chloridů, které nejsou odváděny vodním tokem, ale vsakují se do půdy, kde dochází k jejich akumulaci a následnému postupnému vymílání [7].

Při výstavbě nově vznikajících vozovek jde především o znečištění vod podzemních. O kontaminaci vod se jednalo především v minulých letech, kdy se užívala řada materiálů, které v dané době splňovali všechny technické požadavky na výstavbu. Současné výzkumy prokázali, že tehdejší materiály mohou mít negativní vlivy na složky životního prostředí a zdraví člověka. Především voda odváděná drenážními systémy, může být znečištěna škodlivinami uvolňující se z těchto bývalých konstrukčních materiálů. Množství nežádoucích látek v podzemních vodách určuje spousta vlivů, jako je charakter podloží a okolí terénu, režimy podzemních vod včetně kapilárního vztlínání její hladiny a množství srážek, které mohou zatéct do tělesa komunikace, zejména při poškození její povrchové vrstvy (výtluky, praskliny). V České republice se při výstavbě asfaltových vozovek používají modifikované i nemodifikované silniční asfalty. Jejich složení pak ovlivňuje konečné vlastnosti povrchu, a to i z hlediska uvolňování nežádoucích látek do životního prostředí [7].

Výrazným zdrojem znečištění vod se v posledních letech stávají autonehody, což je přisuzováno vzrůstající intenzitě dopravy. Při těchto nehodách dochází k únikům pohonných hmot, motorových olejů a dalších provozních kapalin nebo přepravovaných nebezpečných látek jako jsou např.: kyseliny, louhy a podobné chemické látky.

9.2 Znečištění půdy

Obdobně jako u znečištění vod dochází i k znečištění půdy. Dlouhodobé působení znečišťujících látek se spojuje se splachem škodlivin z povrchu vozovek a rozstříkem vody způsobeným projíždějícími automobily do okolí.

K dalšímu znečištění dochází při použití posypových zdrsňujících materiálů a chemických rozmrazovacích prostředků při zimní údržbě pozemních komunikací. Za tímto účelem se používá chlorid sodný, chlorid vápenatý, a jejich směsi ve formě posypů, postřiků. Při jejich

aplikaci nelze zabránit rozptýlu i mimo vozovku. Přítomnost těchto směsí způsobuje korozi ocelových prvků příslušenství komunikace a zvýšení škodlivin při aplikaci omlazovacích nátěrů.

Nově se také používá šetrnější prostředek k životnímu prostředí tzv. AQUA gelo. Jedná se o mrazuvzdornou kapalinu, působící okamžitě a má účinnost více než 12 hodin, účinkuje až do teploty $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nepoškozuje betonové ani asfaltové povrchy, barvy dopravního značení a nezpůsobuje korozi ocelových prvků. Nevhodná je pouze na měď a její sloučeniny této slitiny. [46]

Půda je kontaminována také škodlivinami odloučenými od stavebních materiálů konstrukce vozovky, kdy vlivem vsakování vody do vozovky se tyto škodliviny odloučí a následně dochází k přenosu do okolí.

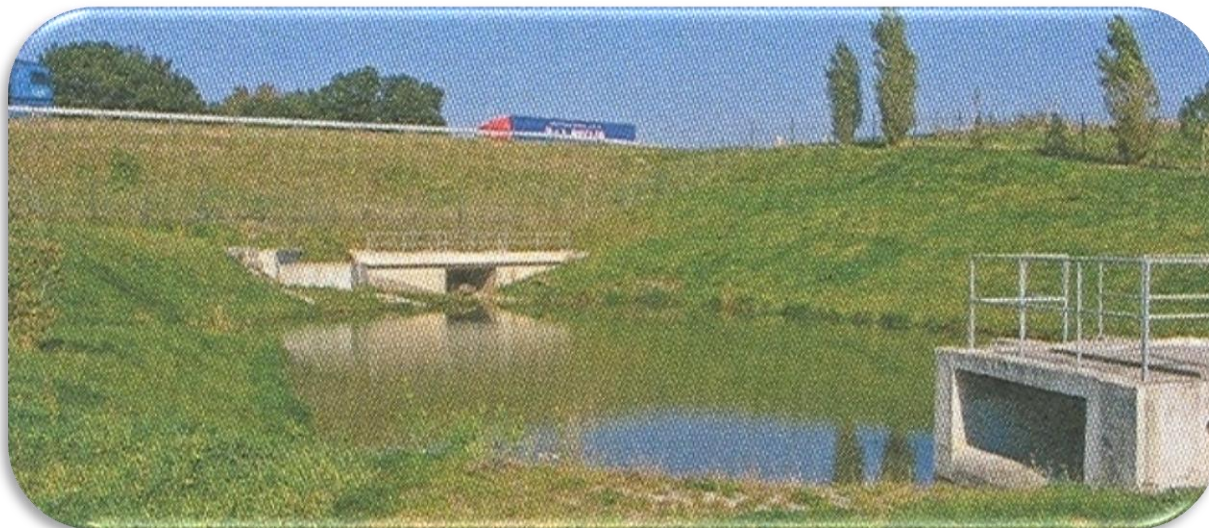
9.3 Ochrana před znečišťováním vody a půdy

Za ochranu životního prostředí, zejména pak vody a půdy, před srážkami splachujících nečistoty, je možno považovat tzv. Sedimentační nádrže (viz Obr. 24). Do těchto nádrží jsou svedeny sběrné kanalizace odvádějící dešťovou vodu z komunikací. Odváděná voda je pak, vlivem sedimentace = usazování, zbavena částic těžších než voda, které se usazují na dně nádrží a částic lehčích než voda. V průběhu zadržení vody v těchto nádržích, rovněž dochází k odbourávání organických látek vlivem působení mikroorganismů.



Obr. 23, Usazovací dešťová nádrž u dálnice D3 pro zachycování splachových vod.

Dalším řešením může být nádrž retenční nebo-li zadržovací, která při přívalových deštích zachycuje nadměrné množství vody. Nahromaděná voda buď postupně odteče, nebo se vsákne do země. Za normálního stavu je nádrž prázdná.



Obr. 24, Retenční nádrž pro zachycování splachových vod [7].

Sedimentační i retenční nádrže jsou v České republice realizovány podél dálnic a rychlostních komunikací s velkou intenzitou dopravy.

10 Omezení fauny a flóry silniční dopravou

V současné době, v souvislosti s rozvojem dopravy a zvýšenou stavební činností, se hovoří také o ovlivnění počtu druhů fauny a flóry. Dopravní komunikace rozčleňují přírodní lokality na menší, izolované celky, které jsou často menší, než potřebují některé druhy k přežití. Pozemní komunikace pak působí jako fyzická překážka pro živočichy a je velmi omezující zejména pro zvířata, které potřebují ke svému životu velkou plochu území. Velmi často jsou vozidla srazeni nejen menší živočichové jako obojživelníci, plazi, malí savci, ale i velcí jako srnčí nebo černá zvěř. Vlivem znečišťování okolí pozemních komunikací chemickými látkami vznikající silniční dopravou rovněž negativně ovlivňuje kvantitu a druhové zastoupení půdní flóry a fauny.

11 Zábor půdy

Zvyšující se počet vozidel vyžaduje i narůst počtu pozemních komunikací, kde rozsáhlou výstavbou nových silnic, dálnic, parkovacích míst a dalších jako jsou např. čerpací stanice atd., dochází často k devastaci krajiny, záboru orné půdy, rozparcelování území a tvorbě překážek pro zvěř a živočichy.

Zábor zemědělské půdy, pro silniční dopravu je v naprosté většině nevratným procesem, který omezuje nebo úplně zamezuje její původní funkci. Nároky dopravy na území jsou nejvíce zřetelné v městských částech, kde je pro silniční dopravu určena téměř každá ulice. To znamená, že ubývá ploch pro veřejná prostranství, jako jsou chodníky, parky, zeleň ale i budovy. Komunikace protínající města či ulice s vysokým stupněm provozu pak vytvářejí prostorové bariéry, které bývají pro obyvatele (chodce nebo cyklistu) obtížně překonatelné.

11.1 Nová výstavba dopravních komunikací

Výstavba dopravních cest v řadě případů vede k rozsáhlému zásahu do krajiny a ničení přírodní lokality. Aby nové komunikace mohli vzniknout, musí být pozemkům odňata jejich původní funkce, a z přírodního hlediska tímto dochází k její degradaci. Z přehledu záboru zemědělského a lesního půdního fondu viz. Tab. 16, je zřejmé, že v roce 2004 bylo pro výstavbu veřejných komunikací vyňato z tohoto fondu 988ha. Taková plocha tvoří pětinu celkové rozlohy Prahy [7].

Kraj	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Středočeský	118,08	116,73	110,56	31,25	530,19	50,41
Jihočeský	14,94	39,94	0,58	8,2	39,42	0
Plzeňský	53,74	27,22	34,54	41,31	0	
Karlovarský	13,03	0	47,14	0	31,9	2
Ústecký	62,19	0,95	8,27	9	0	74,6
Královéhradecký	0	0	8,06	14,18	6,48	0
Pardubický	0	0	14,2	0	183,37	0
Vysočina	0	0	31,38	38,62	0,92	28,37
Jihomoravský	1,03	49,24	0,62	10,48	0	0,46
Zlínský	18,26	24,64	29,77	20,56	54,42	0
Olomoucký	0	0	0	0	26,5	3,05
Moravskoslezský	70,94	0	45,39	137,31	114,26	18,37
<i>Celkem</i>	<i>352,21</i>	<i>258,71</i>	<i>330,51</i>	<i>310,91</i>	<i>987,46</i>	<i>177,26</i>

Tab. 16. Zábor zemědělského a lesnického půdního fondu[ha] [7].

Velké negativní vlivy silniční dopravy se projevují zejména v případě výstavby hlavních silničních tahů a neméně je tomu u dálnic nebo rychlostních komunikací. Je to dáno jejich větší plochou, především šířkou, konstrukcí a intenzitou provozu.



Obr. 25, Mimoúrovňová křižovatka v Americe [47].

11.2 Legislativní omezení záboru lesnické a zemědělské půdy

Plošná ochrana půdy je obecně definována ustanoveními zákona č. 50/1972 Sb. o územním plánování a stavebním řádu ve znění pozdějších předpisů a ustanoveními zákona 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu ve znění pozdějších předpisů. Jedním z nejvýznamnějších úkolů územního plánování je jeho tzv. koordinační role, což je nalézání souladu veřejných zájmů. Současný stav řady legislativních předpisů však uvedený princip oslabuje tím, že nadřazuje dílčí požadavky některých složek státní správy do příkazovací pozice. Při striktním výkladu těchto zvláštních předpisů je tak prakticky vyloučeno dosažení potřebné dohody, neboť aplikace širokého výkladu těchto právních předpisů je v ČR problematická.

Závazné části územně plánovací dokumentace stanoví vyhláška č. 135/2001 Sb. o územně plánovacích podkladech a územně plánovací dokumentaci ve znění pozdějších předpisů. Závazná část územně plánovací dokumentace s ohledem na hodnoty území omezuje, vylučuje, popřípadě podmiňuje umístění staveb, využití území nebo opatření v území a stanoví zásady pro jeho uspořádání (§ 18 vyhlášky) [8].

Závazná část plánovací dokumentace území obsahuje [8]:

- a) u územního plánu velkého územního celku hlavní koridory a plochy umožňující umístění staveb dopravní a technické infrastruktury nadmístního významu, vymezení regionálních a nadregionálních územních systémů ekologické stability, limity využití území nadmístního významu, vymezení koridorů a ploch pro veřejně prospěšné stavby,
- b) u územního plánu obce urbanistickou koncepci, využití ploch a jejich uspořádání, vymezení zastavitelného území, omezení změn v užívání staveb, zásady uspořádání dopravního, technického a občanského vybavení, vymezení územního systému ekologické stability, limity využití území, plochy přípustné pro těžbu nerostů, vymezení ploch pro veřejně prospěšné stavby a pro provedení asanací nebo asanačních úprav,
- c) u regulačního plánu vymezení zastavitelného území, jednotlivých stavebních pozemků, jejich využití, umístění staveb, omezení změn v jejich užívání, přístupy ke stavbám a napojení na technické vybavení, prvky územního systému ekologické stability, pozemky přípustné pro těžbu nerostů, pokud těžba přichází v úvahu, regulační prvky plošného a prostorového uspořádání (např. uliční a stavební čáry, výška a objemy zástavby, ukazatele využití území, řešení dopravy a technického vybavení), limity využití území a vymezení pozemků pro veřejně prospěšné stavby a pro provedení asanací nebo asanačních úprav.

12 Návrhy na snížení negativních vlivů dopravy

Ke zlepšení životního prostředí je prvořadě přijmout takové změny, které by negativní vlivy odstranily nebo alespoň zmírnily. Je nezbytné připomenout, že tak rozsáhlé negativní vlivy, jaké jsou uvedeny v této práci, jsou výsledkem chování lidí a jejich každodenního rozhodování o tom, zda podniknou danou cestu a jakým druhem dopravního prostředku. Na takovéto rozhodování má vliv především vztah jedince k životnímu prostředí a také vlastnosti dostupných dopravních systémů, tzn. čas cesty, náklady na dopravu, pohodlí a bezpečnost jednotlivých druhů dopravy.

Dalším opatřením je ovlivnit chování lidí ve prospěch šetrnějších druhů dopravy k životnímu prostředí a vzdělávat veřejnost v dopravních projektech, jako je např. Ekonomická jízda (ecodriving), apod.

12.1 Ekonomická jízda

V naprosté většině případů platí, že se spotřebou pohonných hmot roste i množství výfukových plynů. Podíl na tom má zvyšující se jízdní odpor karoserie v závislosti na rychlosti vozidla, zásadní změny rychlosti jízdy, časté rozjíždění v kolonách a na semaforech atd.



Obr. č. 26, Tankování paliva [48].

12.1.1 Využití kinetiky vozidla

S plynulou jízdou a využitím setrvačnosti přímo souvisí i předvídatost. Využití setrvačnosti je nejvíce zřetelné při jízdě do kopce. Z fyzikálního hlediska platí, že čím bude rychlost v patě stoupání menší, tím více je potřeba energie (výkonu) k překonání kopce. Daleko méně paliva vozidlo spotřebuje, pokud se plynule rozjede a dále v průběhu celého stoupání udržuje konstantní rychlost.

Na zvýšení spotřeby paliva má vliv jízdní režim ve vysokých otáčkách a také příliš včasné snížení rychlostního stupně.

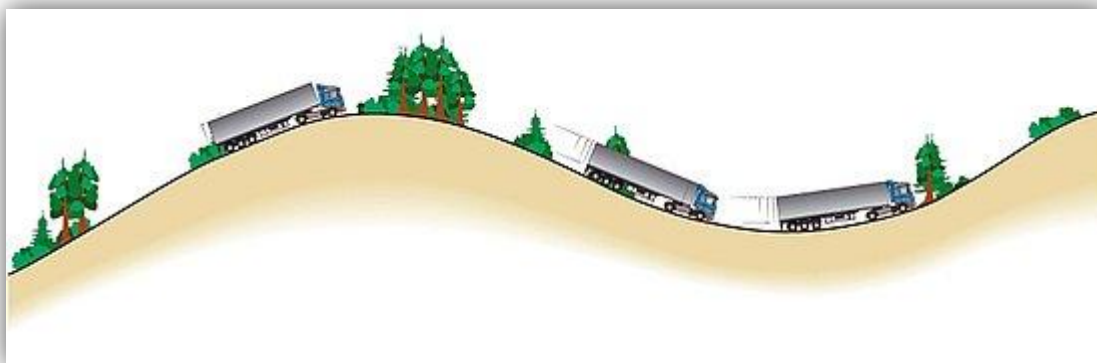
12.1.2 Decelerace vozidla

Decelerace vozidla je maření kinetické energie. Energie získaná z paliva se tak bez užitku mění vlivem tření na teplo. Při pozvolné deceleraci, bez aktivace brzd, dochází u současných vozidel k uzavření přívodu paliva, čímž je okamžitá spotřeba nulová a nedochází ani k obrušování brzdového obložení. Decelerace motorem je tedy z pohledu ekologického i ekonomického daleko výhodnější než jízda s vyřazeným rychlostním stupněm, kdy vozidlo spotřebovává stejné množství paliva jako při volnoběžných otáčkách. U nákladních vozidel je tento způsob jízdy, bez zařazeného rychlostního stupně, dokonce zakázán. Tato vozidla pro zvýšení brzdného výkonu motoru využívají klapky umístěné ve výfukovém potrubí nebo elektromagnetické vířivé brzdy.

12.1.3 Jízda s tempomatem

Systém zabezpečující konstantní rychlosti, a tudíž i nižší spotřebu pohonných hmot, se nazývá tempomat. Pokud vozidlo pojede po rovné komunikaci bez kopců konstantní rychlostí, je řídicí jednotka schopna lépe řídit spalování paliva, a to s nejnižší možnou spotřebou. Snížení spotřeby ale není vždy zaručeno, zejména v kopcovitém terénu, kde je souvislost dána pravidlem setrvačnosti.

Některá nákladní vozidla (např. značky Scania) začínají být vybavována inteligentními typy tempomatů, které jsou schopny lépe využívat potenciál kinetické energie v kopcovitém terénu. Před stoupáním dočasně zvyšují nájezdovou rychlost (vyšší než nastavenou na tempomatu) a před vrcholem naopak omezují další akceleraci, pokud rychlost vozidla neklesne pod stanovenou úroveň (např. pod 20 km/hod) až do okamžiku, kdy vůz dosáhne vrcholu (vodorovné polohy). [49]



Obr. 27, Využití tempomatu v kopcovitém terénu [49].

12.1.4 Jízda ve městech a dopravních zácpách

Plynulá jízda bez zbytečného zrychlování a zpomalování je úsporná a také bezpečná. Každé zrychlování znamená výdej spotřeby energie, a tím i zvýšení emisí. Tato energie se pak bez užitku přemění třením v brzdách na teplo. Při akceleraci je energie spotřebována, ale zpět při deceleraci spotřebovanou energii využít nelze, alespoň pokud vozidlo není vybaveno hybridním pohonem, který umožňuje zpětné získávání energie - rekuperaci).

12.1.5 Déletrvající stání

Motor při stání vozidla na křižovatce, na železničním přejezdu nebo v koloně vozidel, spotřebovává pohonné hmoty, ale nijak je nezužítkovává. Při tomto stavu však spotřebuje 1 až 2 litry za hodinu. Po 30 až 40 vteřinách je už úspora paliva a množství emisí srovnatelná s nutným množstvím pro nastartování.

12.1.6 Vhodný výběr trati

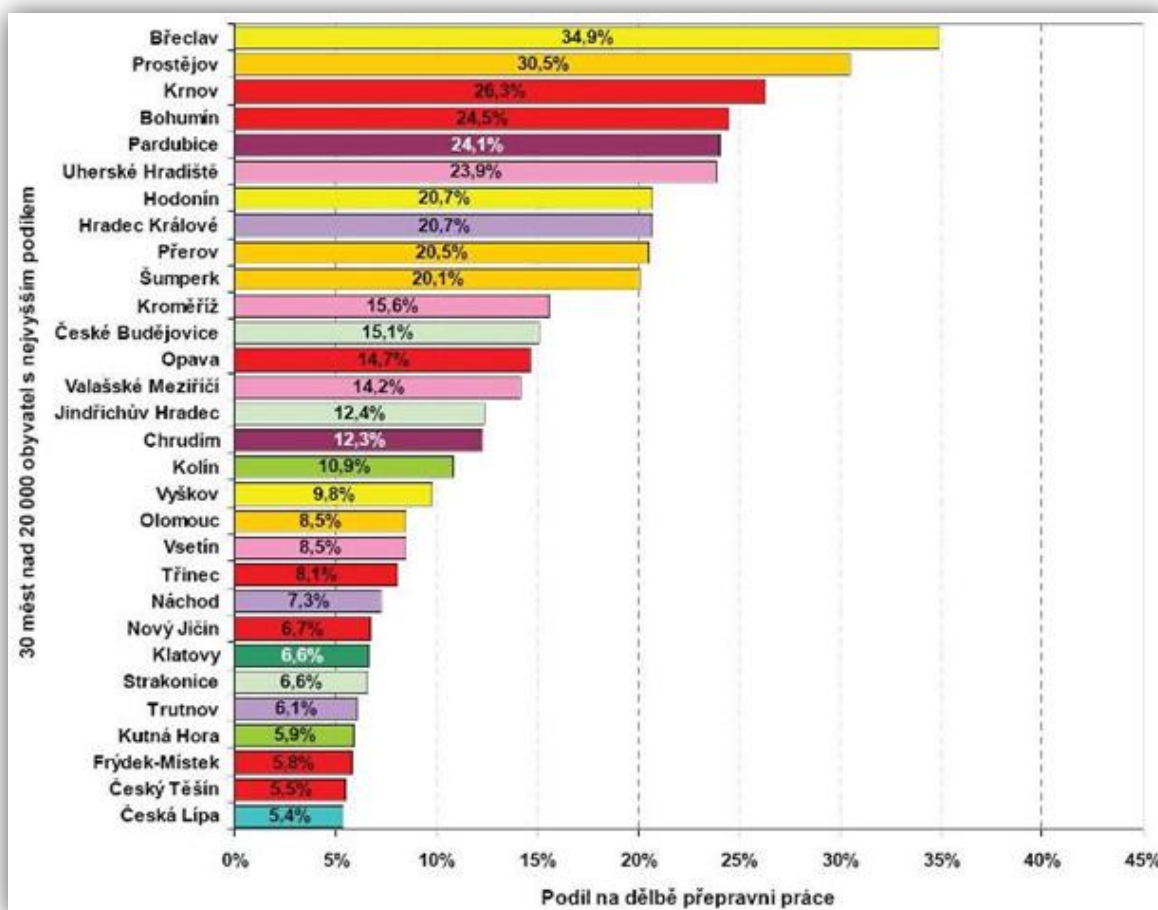
Důležitým parametrem vedoucí ke snížení škodlivin je výběr trati, protože čím bude komunikace přímější jak v příčném tak i v podélném profilu, tím bude jízda úspornější. Negativní vliv na životní prostředí ve formě zvýšených emisí mají i různá dopravní omezení vyžadující častou změnu rychlosti. Dlouhou cestu je proto nezbytné předem naplánovat a využít i dopravního zpravodajství o případných uzavírkách a omezeních.

12.1.7 Zamezení využívání vozidla na krátkou vzdálenost

Lidé by se měli vyhýbat jízdě vozidlem na krátkou vzdálenost, cca do 5km. Studený motor nestačí dosáhnout optimální provozní teploty chladicí kapaliny, natož oleje. Okamžitá spotřeba paliva tak roste na hodnoty 20÷30 l/100km, nehledě na to, že při krátkých trasách, kdy motor zůstává „chladný“ jsou mnohonásobně zvýšeny emise výfukových plynů z důvodu nefunkčnosti katalyzátoru a λ -sondy.

12. 2 Podpora ekologických druhů dopravy

Cyklistická doprava je jedním z ekologických druhů dopravy, která významně přispívá ke zdraví různých věkových kategorií. Cyklistickou dopravu je snadné přizpůsobit konkrétním podmínkám. Je však citlivá na klimatické změny a náročná na co nejkratší možné spojení. Rozvoj cyklistické dopravy se v současné době rozvíjí i v členitém a kopcovitém terénu. Je zřejmé, že cyklistická doprava s funkcí dopravní se více rozvíjí v rovinatých oblastech (Pardubicko, Královéhradecko, Prostějovsko, atd.). Naopak cyklistická doprava s převažující funkcí turistickou se bude spíše rozvíjet v turisticky zaměřených oblastech, jako je například Šumava, Krkonoše atd.



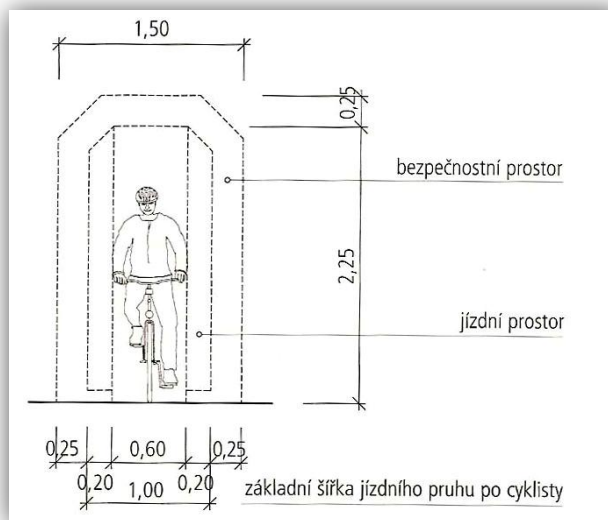
Graf 7, Procentuelní vyjádření podílu cyklistické dopravy na dělbě přepravní práce [50].

Rozdělení cyklistických tras podle účelu:• *DOPRAVNÍ ÚČEL*

Jízdní kolo je pro tento účel dopravní prostředek k přepravě k cíli. Jedná se o každodenní přepravu do zaměstnání, do školy a za občanskou vybaveností včetně jízd uskutečněných systémy „Bike and Ride“ a „Bike and Go“. Vyznačuje se požadavkem na co nejkratší spojení, které si v případě nevhodnosti trasy sama hledá. Každodenní cyklisté jsou zpravidla znalí situace v provozu na pozemních komunikacích a jezdí většinou jednotlivě. Využití jízdního kola není příliš závislé na počasí.

• *REKREAČNÍ A TURISTICKÝ ÚČEL*

Cílem rekreačně turistické dopravy je samotná jízda na kole. Doprava určená především k dosažení cílů mimo zastavěná území. Na škodu nejsou ani menší zajišťky, jsou-li zpestřeny umístěním v atraktivním prostředí (výhledy, zeleň apod.). Základním požadavkem je bezpečnost a atraktivita prostředí. Uživatelé jsou velmi různorodou skupinou jak věkově, tak cyklistickou zkušeností a dosahované rychlosti jízdy. Turistická doprava je závislá na příznivém počasí. Cyklisté jezdí jednotlivě, ale častěji ve skupinách, mnohdy i s malými dětmi.



Obr. č. 28, Minimální rozměry pro návrh cyklostezky [1].

Základní podmínkou pro zvýšení cyklistické dopravy jsou dopravní nabídky. Lidé začnou cyklistické dopravy využívat ve větší míře, pokud budou mít pro tento druh dopravy vhodné podmínky. Zejména jde o vhodné cyklistické trasy tvořící funkční cyklistickou síť, která v rámci dopravního systému musí vytvářet návazný a ucelený jednotný systém, neoddělitelný od ostatních druhů dopravy ani od celkového urbanistického pojetí rozvoje daného území.

Správná poloha cyklistické sítě, intuitivnost vedení trasy a návrhové parametry musí být v souladu s územně plánovací dokumentací a případná výstavba cyklistických tras bez jakýchkoliv dopravních návazností by měla být výjimečná a důkladně odůvodněná.

Důležitým úkolem je začlenění cyklistické dopravy do všech stupňů územního plánování. V tomto kontextu by se měly veškeré pozemní práce prověřovat pro možnost realizace cyklistické infrastruktury. Na cyklistickou dopravu je nutné pomýšlet i při každé nové stavbě či rekonstrukci stávající komunikace. Jako velmi vhodné se nabízí budování cyklotras v těch oblastech, kde probíhají nějaké pozemkové úpravy. V rámci protipovodňových opatření se například budují hráze, které jsou ideální pro využití cyklistické dopravy.

Zvýšení počtu cyklistů ve městech i mimo nich, je možné dosáhnout následujícími způsoby:

- Nutné je snížit dopravní intenzitu automobilové dopravy, a na některých místech zcela zakázat těžkou nákladní dopravu.
- Další motivací pro cyklisty by mohlo být zavedení snížení rychlosti motorových vozidel, v místech zvýšeného pohybu cyklistů, na zhruba 30km/h.
- Problémy, se kterými se cyklisté na svých trasách potýkají, lze vyřešit vhodnou realizací dopravních opatření, jako jsou realizace křižovatek s předností pro cyklisty, budování přejezdů pro cyklisty přes rušné komunikace nebo změnou organizace dopravy umožněním obousměrné jízdy cyklistům v jednosměrných ulicích apod.



Obr. 29, Vedení cyklistické stesky v protisměru v jednosměrné komunikaci. Ulice Svatopluka Čecha, Brno [51].

- Přerozdělit prostor ulic ve prospěch cyklistů a využít stávajících chodníků pro smíšený provoz pěších a cyklistů.
- Budování oddělených cyklostezek a jízdních pruhů pro cyklisty se vzájemnou návazností.

12.3 Zrušení povinného denního svícení motorových vozidel

Bezpečnost silniční dopravy se od roku 2006, kdy byl zaveden bodový systém, začíná opět zhoršovat, přibýlo dopravních nehod i usmrcených, zejména významně přibýlo obětí z řad motocyklistů. Podobně jako u nás, byla v Rakousku 15. listopadu 2005, zavedena povinnost denního svícení. Pokuta v Rakousku činila 15EUR=400Kč, zatímco v ČR jsou to 1000Kč a, do zavedení novely zákona, ztráta jednoho bodu. Povinné svícení motorových vozidel ve dne je v současné době zavedeno ve 14 státech Evropské unie.



Obr. 30, Automobil vybaven světlomety pro denní svícení [52].

Z ekonomického pohledu je dokázáno, že při rozsvícených reflektorech dojde k navýšení pohonných hmot o 2÷4%, což představuje zvýšení emisí kolem 263 tisíc tun skleníkových plynů za rok v ČR. [53]

Zvýšení spotřeby pohonných hmot představuje nemalý finanční příspěvek formou spotřební daně do státního rozpočtu. Negativním vlivem stále ale zůstává navýšení o 2÷4% množství exhalací výfukových plynů, které nejsou úměrné zvýšení bezpečnosti na silničních komunikacích a nutné je zahrnout i dopady těchto plynů na zdravotní rizika občanů.

Výrazný nárůst nehodovosti i úmrtnosti motocyklistů na komunikacích se podle statistik zvětšuje[29]. Tento fakt je přisuzován zavedením povinného denního svícení dle zákona 361/2000 Sb., ve znění zákona 411/2005 Sb., změny v pravidlech od 1.7.2006, kdy se motocyklisté stali „neviditelnými“. Před zavedením novely zákona museli svítit jen oni a byli tak lépe rozeznatelní. V současné době je svícení povinné u všech motorových vozidel, a tím je způsoben negativní efekt, že v zorném poli nebo ve zpětném zrcátku spatří řidič světlomet, a automaticky to považuje za automobil. Na základě tohoto podvědomého vnímání učiní nějaký neočekávaný manévr, s kterým motocyklista nepočítá.

Při návrhu na zrušení denního svícení byla v Rakousku provedena studie, která zohledňovala reakce řidiče na světelné podněty. Zkušební řidiči různého stáří, s množstvím najetých kilometrů více než 10.000km, jezdili na silnicích rakouských, kde bylo povinné denní svícení a na bavorských, kde svícení za dne povinné není. Tento průzkum probíhal za různých provozních podmínek, v zatáčkách, na přímých úsecích, v obci, mimo obec a v různých denních dobách.

Řidiči měli nasazeny speciální brýle, v nichž byly umístěny snímače pohyby oka, a tím bylo možné zaznamenávat, kam a jak dlouho se řidič dívá. Předmětem hodnocení bylo foveální, parafoveální a periferní vidění. Záznam těchto dat probíhal v reálném čase a s frekvencí 25 obrazů za sekundu, přesnost snímání úhlu byla v úhlových minutách. Výzkum vyžadoval zavedení různých ukazatelů a jejich vyhodnocení pomocí počítačových analytických nástrojů [54].

Výsledky testu soustředěnosti na denní osvětlení vozidel dopadl následovně [54]:

- *počet očních reakcí při zapnutých světlech za dne je o 6-16% vyšší než bez nich (to znamená, že řidič sleduje něco, co by bez osvětlení nevnímal)*
- *doba očních reakcí je se světly i bez nich zhruba stejná*
- *při setkání s vozidlem, které má zapnutá světla za dne, na něj řidič přenáší pohled o 0,1-0,2 s déle (tedy zhruba o 25÷30% déle)*
- *v případě setkání s osvětleným vozidlem získá řidič zhruba 0,1-0,2 s tím, že ho dříve spatří*

Vyvozené závěry, pro nutné denní svícení [54]:

- *jízda se zapnutými světly je výhodná jen za snížené viditelnosti*
- *za dobrých podmínek, tj. denní světlo + suchá vozovka, nepřináší „povinné denní osvětlení“ nijak výrazný pozitivní efekt pro bezpečnost, protože upřednostňovaná výhoda včasného rozeznání vozidla je kompenzována následným upřeným pohledem řidiče do světlometu*
- *testy poukazují, že zapnuté světly ve dne nutí řidiče soustředit se na jiný podmět a ten se pak nevěnuje navigaci ve svém blízkém okolí*
- *řidič se soustředí pouze na osvětlené objekty a ty neosvětlené zůstávají skryty za osvětlenými.*

Tento „Rakouský“ výzkum byl prováděn na skutečných situacích a zachycuje tedy důvěryhodné chování řidiče v reálných podmínkách. Odlišuje se tedy od většiny výzkumů na podobné téma, které byly založené na statistickém vyhodnocení dat.

Světlomety automobilů v zorném poli řidiče přitahují jeho pohled. O co déle se řidič soustředí na reflektory okolo, o to méně času může věnovat sledování situace ve své blízkosti, takže dochází k tomu, že opomíjí různé jiné a mnohdy důležitější podněty.

Na denní svícení doplácí především ti, kteří nesvítí, anebo svítí a vytrácejí se mezi jinými svítícími. Zanedbatelná není ani zvýšená spotřeba paliva, a tím i emisí, při zapnutých světlometech.

12.4 Zavedení šrotovného

Jednorázovým příspěvkem vlády na pořízení nového ekologičtějšího vozidla výměnou za staré, by měl napomoci jak vzniklé krizi, tak i zlepšení životního prostředí. Státní rozpočet nebude zatížen, protože finanční obnos bude vrácen zpět formou daně z přidané hodnoty.

Toto opatření, o kterém Česká republika zatím jen uvažuje, již zavedli některé z členských států Evropské unie. V tabulce 17, jsou uvedeny podmínky pro podporu nákupu nových vozidel v členských státech, kde tzv. šrotovné bylo schváleno.

Země	Pobídka	Stáří vozu	Parametry	Platnost opatření
<i>Rakousko</i>	1500 eur	více než 13 let	- obchodníci platí 50 procent pobídky - celkový balíček 45 milionů eur	1. dubna 2009 až 31. prosince 2009
<i>Kypr</i>	675 až 1700 eur	více než 15 let	- 675 eur za sešrotování - pokud spojeno s nákupem nového vozu se spotřebou do 7l/100 km pak 1280 eur - pokud by byla u nového vozu spotřeba pod 5l/100 km, pak 1700 eur	v platnosti
<i>Francie</i>	1000 eur	více než 10 let	- nový vůz vypouštějící maximálně 160 g/km CO ₂ - nové lehké užitkové vozidlo minimálně třídy Euro 4 - odhadované náklady 220milionů eur	4. prosince 2008 až 31. prosince 2009
<i>Německo</i>	2500 eur	více než 9 let	- nový automobil či maximálně rok starý třídy Euro 4 - celková obálka ve výši 1,5miliardy eur	14. ledna 2009 až 31. prosince 2009
<i>Itálie</i>	1500 až 5000 eur u běžných aut; 2500 až 6500 u lehkých užitkových vozů	více než 9 let	- nové auto minimálně třídy Euro 4 s emisemi maximálně 140 g/km (benzin) či 130 g/km (nafta) CO ₂ - prémie za sešrotování u běžných aut (1500 eur) může být zkombinována s premií za nákup nového vozu (1500 až 3500 podle typu auta) - prémie za sešrotování u lehkých užitkových vozů (2500eur) může být zkombinována s premií 4000 eur za nákup nového automobilu	1. února 2009 až 31. prosince 2009

Země	Pobídka	Stáří vozu	Parametry	Platnost opatření
<i>Lucembur-sko</i>	1500 až 1750 eur	více než 10let	- 1500 eur, pokud emise nepřesahují 150 g/km CO ₂ - 1750 eur, jsou-li emise nižší než 120 g/km CO ₂ (u nafty méně)	22. ledna 2009 až 1.října 2010
<i>Portugal-sko</i>	1000 - 1250 eur	více než 10 či 15 let	- nový vůz s maximálními emisemi 140 g/km CO ₂ - zvažováno rozšíření systému pobídek	1.ledna 2009 až 31.prosince 2009
<i>Rumun-sko</i>	850 eur	více než 10let	- maximálně sešrotováno 60 000 vozů	1. února 2009 až 31.prosince 2009
<i>Španělsko</i>	bezúročná půjčka až do výše 10.000eur	více než 10let či přes 250 000 najetých kilometrů	- nový vůz o maximální hodnotě 30 000 eur a s emisemi maximálně do 140 g/km - u nových lehkých užitkových vozů emise do 160 g/km CO ₂ - možno za určitých podmínek i pro nákup staršího vozu	1. prosince 2008 až 31.července 2010

Tab. 17, Šrotovné v zemích Evropské unie[55].



Obr. 31, Auto-vrak [56].

Výměna starého vozidla za nové by mělo pomoci zlepšit stav životního prostředí, jak to stránce emisí, tak po stránce bezpečnosti. Tento druh jednorázového příspěvku je výhodný jak z ekonomického, tak i ekologického hlediska.

Na druhou stranu odpůrci uvádějí, že výroba jednoho nového motorového vozidla je daleko více ekologicky nákladná než používání starého. Pro tento argument však neexistují konkrétní data a proto je velmi složité na tento podnět jakkoli reagovat. Srovnatelným argumentem jsou však emise výfukových plynů používaných vozidel, které dokazují, že nová vozidla produkují několikanásobně menší počet plynů CO_2/km , než vozy starší deseti let. Dotace na nová vozidla jsou v evropských státech podmíněny nákupem vozidel s podprůměrnými hodnotami současně vyráběných automobilů.

12.5 Ekologické poplatky za přepis starších vozů

Při přepisu, či prvním přihlášení automobilu v České republice s emisní normou EUROII a menší, je žadatel o přihlášení povinen zaplatit tzv. ekologický poplatek ve výši až 10 000 Kč a to podle emisní normy, které dané vozidlo splňuje. Poplatky se týkají vozidel kategorie M1 a N1 do hmotnosti 3,5 tuny a netýkají se motocyklů, případně veteránů vedených v registru historických automobilů, nákladních automobilů nebo zemědělských strojů.



Obr. 32, Škoda 105 [57].

Žadatel o registraci použitého vozidla do registru silničních vozidel v ČR, podle zákona č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích [58], je povinen zaplatit poplatek na podporu sběru, zpracování, využití a odstranění vybraných auto-vraků.

Ekologické poplatky jsou vybírány při přepisu automobilu nebo při nové registraci, čímž může být i dovoz automobilu ze zahraničí. U vlastnictví vozidla, na které se poplatky vztahují, u kterého nejde o přepis v registru silničních vozidel, se žádné další výdaje nevztahují. Tento zákon dále udává, že platit se bude za každé vozidlo pouze jedenkrát, tedy pokud žadatel poplatek zaplatí a následně vozidlo prodá, kupující už tuto povinnost nemá.

Zpoplatnění přepisu automobilů je rozdělené do skupin podle následující tabulky:

EURO norma, kterou vozidlo splňuje	Poplatek za přihlášení
EURO -(žádné EURO)	10 000 Kč
EURO I	5 000 Kč
EURO II	3 000 Kč

Tab. 18. Výše poplatků v Kč [59].

Norma EURO, platnost od roku:	zápis v Technickém průkazu spadající do dané kategorie EURO
EURO -(žádné EURO), 1993	70/220
	74/290
	77/102
	78/665
	83/351
	88/436
	89/458
	89/491
	15 R00 až R04
	83 R00 A, B
	83 R01 A, B
EURO I, 1996	91/441
	93/59
	83 R02 B, C
EURO II, 2000	83 R03 B, C
	83 R04 B, C
	94/12
	96/44
	96/69
	98/77

Tab. č. 19. Předpisy spadající do dané normy EURO [59].

Danou normu Euro nelze s určitostí přiřadit podle roku výroby, ani typu motoru, ale lze ji zjistit individuálním „pohledem“ do Technického průkazu daného vozidla, kde je zápis kategorií, kterou vozidlo splňuje.

Výjimkou nejsou ani případy, kdy v Technickém průkazu údaj o emisní kategorii chybí, to znamená, že žádnou normu EURO nesplňuje, nebo nebyla zapsána. V takovém případě je nutné tuto skutečnost věrohodně prokázat buď výrobcem či dovozcem, nebo společností Dekra, což jsou smluvní Stanice technických kontrol.

12.6 Zavedení LHV na daných úsecích dálnic a rychlostních komunikacích



Obr. č. 33, Speciální případ soupravy silničního vlaku [1].

Mezi možnosti zefektivnění přepravy, a tím snížení počtu vozidel a emisí výfukových plynů, patří zvětšení ložné plochy, což vyžaduje změnu právních předpisů, ve kterých je zakotvena maximální možná délka jednotlivého vozidla a soupravy. Tyto jízdní vlaky jsou označovány jako LHV (Longer and Heavier Vehikle combination – delší a těžší vozidlové kombinace). K úspěšnému využití těchto souprav již dochází v severských státech, jako je Finsko, Norsko nebo Švédsko. Dlouhé soupravy jsou schopné přepravit až o 40 procent více nákladu než je tomu u klasických osmnáctimetrových souprav. Spolu s tím souvisí také další znatelné výhody. Umožnění provozu dlouhých souprav by snížilo produkci emisí až o pětinu a také snížilo počet nákladních automobilů cca o $1/4 \div 1/3$ na českých silnicích.

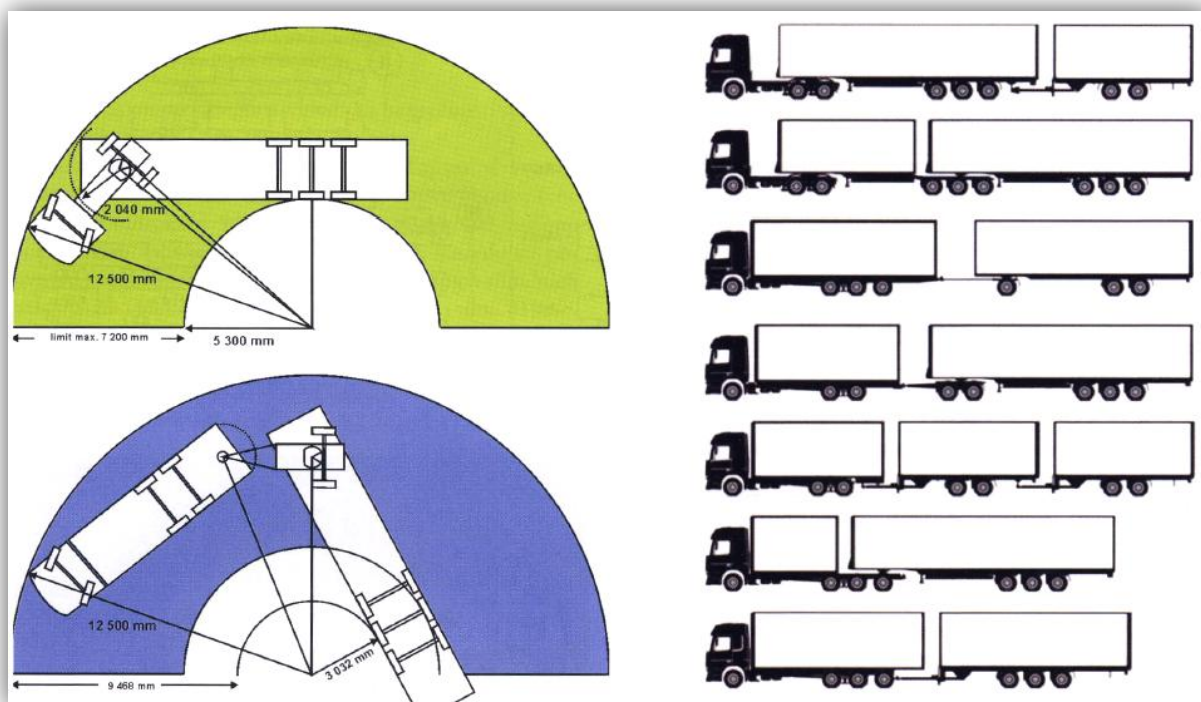
Typ vozidla, soupravy	Největší povolená délka
Jednotlivé vozidlo (s výjimkou autobusu a návěsu)	12,00 m
Tahač s návěsem	16,50 m
Motorové vozidlo s přívěsem	18,75 m
Soupravy s návěsem a s přívěsem nebo dvěma přívěsy	22,00 m

Tab. č. 20, Největší povolená délka vozidla, soupravy [1].



Obr. 34, Jízdní souprava LHV [1].

Zavedení těchto souprav by mělo přispět ke snížení počtu nákladních automobilů a jízdních souprav na silničních komunikacích. V podmínkách České Republiky je patrné, že s ohledem na rozměry a hlavně omezené manévrovací schopnosti souprav LHV viz Obr. 35, je jejich využití realizovatelné pouze na některých úsecích dálnic nebo rychlostních silnic.



Obr. 35, Šířka pruhu při průjezdu zatáčkou o předepsaném vnějším obrysovém poloměru $R = 12,5$ m (vlevo), možné kombinace motorových a přípojných vozidel (vpravo) [1].

13 Opatření pro zvýšení bezpečnosti dopravy

Nejproblémovějším druhem dopravy z hlediska nehodovosti, je doprava individuální. Proto je nezbytně nutné zavést opatření, která by snížila počet nehod na silnicích. Posledním opatřením, které skutečně mělo vliv na snížení počtu nehod, bylo v roce 2006, kdy vstoupil v platnost bodový systém. Od 1.1.2009 už nelze porovnávat počty dopravních nehod s předchozím obdobím, protože se zvýšila minimální částka škody, při níž byla nutná asistence policie, na 100 000Kč.

13.1 Zavedení podmíněných řidičských oprávnění se sníženou věkovou hranicí

V současné době v České republice může řidič po absolvování autoškoly řídit kdekoli a kdykoli sám chce, a to i přesto, že jeho provádění dopravních úkonů není dostatečně podvědomé a že neexistuje žádná zpětná vazba, která by ho upozorňovala na chyby. Začátečníci navíc často přeceňují své schopnosti a nabyté dovednosti. Často se proto ocitají v dopravních situacích, které nedokáží sami zvládnout.



Obr. 36, Řidičské oprávnění se sníženou věkovou hranicí [60].

Zkušenosti států se zavedením snížené věkové hranice pro řízení automobilu [61]:

Švédsko zavedlo jízdu pod dohledem již v roce 1993. Jakmile je začínajícímu řidiči 16let, může řídit pod dohledem dospělé osoby. Dohlížející osoba musí být ve věku minimálně 24let a musí být vlastníkem řidičského průkazu dané kategorie nejméně 5let. Vyhodnocení tohoto opatření bylo pozitivní. Kolem 45÷50 % mladých Švédů si zvolilo jízdu pod dohledem od 16-ti let. Absolvovali v průměru 118 hodin tréninku a

praxe pod dohledem před tím, než se zúčastnili řidičské zkoušky. To je dvakrát více, než tomu bylo dříve (47 hodin). Celkový účinek nového opatření je odhadován na 15% snížení míry účasti na dopravních nehodách na kilometr jízdy.

Francie snížila věk absolvování autoškoly z 18 na 16 let v roce 1989. Věk získání řidičského průkazu zůstal 18 let. Tato regulace je známá jako „l'Apprentissage Anticipé de la Conduite“ (ACC). Žáci, kteří chtějí začít autoškolou ve věku 16 let, podepíší smlouvu s autoškolou a dohlížečícím řidičem. V období mezi 16 a 18 lety musí absolvovat 20 hodin výuky řízení a podstoupit teoretickou zkoušku. Navíc musí daná osoba ujet nejméně 3000 kilometrů. Žák a dohlížečící osoba musí absolvovat dvě lekce pořádané autoškolou. Žák řídí ve vozidle se znakem „AAC“ na zadní části; vztahují se na něj též speciální rychlostní omezení. Dosud neexistují jasné závěry vyhodnocující toto opatření. Dřívější studie prokázaly zlepšení bezpečnosti provozu pro mladé řidiče, avšak tento účinek už nebyl prokázán v pozdějších studiích (Baughan a Simpson, 2002). Během prvních let tohoto opatření ho využilo pouze 5÷10% mladistvých. Tato vybraná skupina žáků byla pravděpodobně více motivována. Je téměř možné předpokládat, že osoby v této skupině by řídily bezpečněji i bez tohoto opatření.

Ve Spojených státech bylo zaznamenáno, že udělování odstupňovaného oprávnění rovněž výrazně snížila nehodovost. Systém spočívá v tom, že začínající řidič může řídit pouze za „jednoduchých podmínek“. Poté, co získá více zkušeností, lze řídit také v komplexnějších dopravních situacích.

V České republice se o zavedení systému „na zkoušku“ zatím jen výhledově uvažuje. Začínající řidiči by měli, po složení zkoušek v autoškolě v 16-ti (či 17-ti) letech, být právně nezpůsobilí k některým úkonům až do plnoletosti. Nesměli by např. jezdit na dálnici maximální dovolenou rychlostí 130km/h, museli by mít auto označené speciální začátečnickou nálepkou. Dalším opatření by měl být zákaz řízení v nočních hodinách a jízda pod dohledem zkušené osoby (minimálně 4 roky praxe v řízení dané kategorie).

V závislosti na různém uspořádání těchto opatření vede jejich zavedení k předpokládanému snížení nehodovosti o 10÷20% [61]. Tyto řidičská oprávnění, tzv. na zkoušku, by měli platit pouze na území daného státu.

Na základě snížení trestní odpovědnosti z 15 na 14 let, kterou Poslanecká sněmovna schválila v listopadu roku 2008 (s platností od roku 2010), a to v souvislosti s přijetím nového trestního zákoníku, by bylo možné udělit řidičské oprávnění skupiny AM k řízení mopedů a malých motocyklů s konstrukční rychlostí nepřevyšující 45 km/h právě po dosažení věkové hranice 14-ti let. Evropská směrnice o řidičských průkazech (2006/126/ES) totiž umožňuje členským státům EU stanovit minimální věk pro řízení mopedů od 14 do 18 let, přičemž jako obecnou hranici stanovuje věk 16 let. Od čtrnácti lze řídit mopedy například v Itálii.

13.2 Zákaz kouření při řízení vozidla

Krokem pro zvýšení bezpečnosti silničního provozu, by byl i zákaz kouření při řízení motorového vozidla. Dochází tak ke chvilkové nepozornosti řidiče na bezprostřední okolí. Kouření za jízdy může být i nebezpečnější, než telefonování (některé státy dokonce zakázaly telefonování i v případě použití handsfree). Cigareta zaměstnává řidičovy ruce a doutnající cigareta může v případě vysmeknutí popálit. Kouř v kabině vozidla rovněž není prvkem aktivní bezpečnosti a ani cigarety vyhazované z okýnek projíždějících vozidel nikoho netěší. Zákazem se také zvýší i ochrana zdraví nekuřáků, kterým zakouřené prostředí také škodí.



Obr. 37, Zákaz kouření [62].

13.3 Samovolné snížení rychlosti vozidla na základě dopravního značení

Překračování maximální povolené rychlosti by mělo zamezit zařízení zabudované ve vozidle. Řidiče jedoucího vyšší rychlostí, než je na daném úseku povolena by měl systém upozornit patřičným signálem, ke snížení rychlosti.

Integrovaný systém na sledování rychlosti jízdy, by měl pracovat na bázi GPS (global position systém). Určením přesné polohy vozidla a jeho rychlosti, lze vyhodnotit omezení, které se v dané lokalitě nachází a přizpůsobit rychlost jízdy platným limitům.

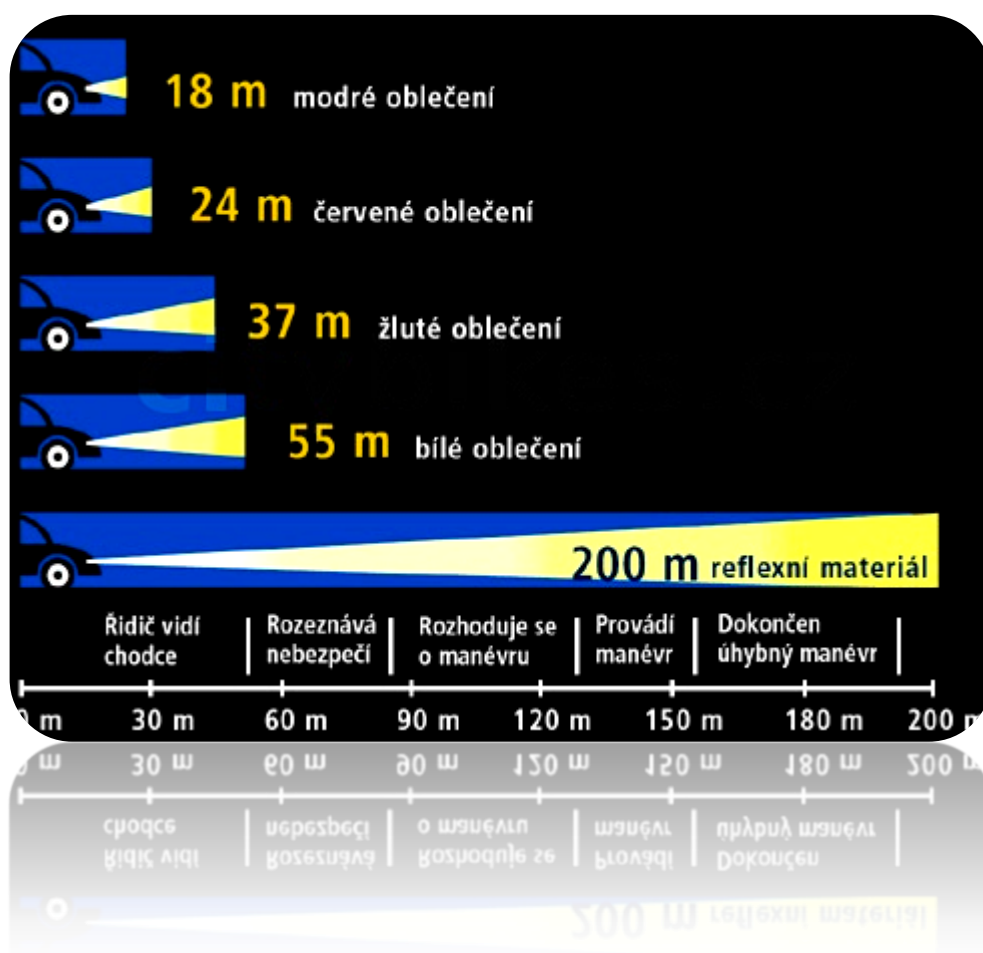
Systém by měl pracovat v režimu upozornění, kdy se při překročení limitu na LCD display objeví např. mračící se obličej doprovázený akustickým signálem, nebo v omezujícím režimu, kdy se po předchozím akustickém signálu automaticky sníží výkon motoru nezávisle na poloze plynového pedálu. Systém by neměl z bezpečnostních důvodů přímo ovládat brzdovou soustavu vozidla.

Systém pravděpodobně naruší svobodu a soustředěnost motoristů na dopravní značení, ale může přinést kladné výsledky v bezpečnosti silničního provozu.

13.4 Reflexní plochy při jízdě na jízdním kole

Bezpečnost pro cyklistu znamená především být viděn. Proto je nezbytné, nejen za snížené viditelnosti doplnit své oblečení o reflexní doplňky, které výrazným způsobem zvyšují viditelnost cyklisty.

Při rychlosti 75km/h potřebuje řidič vozidla nejméně 31 metrů (1,5 sekundy) na to, aby si uvědomil případné nebezpečí a odpovídajícím způsobem zareagoval [64]. S reflexními materiály nabízejí chodci a cyklisté řidiči motorového vozidla dostatek času.



Obr. 38, Viditelnost cyklisty [64].

14 Závěr

Negativní vlivy, které souvisejí se silniční dopravou a životním prostředím, zahrnují různorodou tematiku a dotýkají se spousty vědních oborů. Snahou je vypracování uceleného přehledu negativních vlivů dopravy na životní prostředí na základě dosavadních znalostí k celé šíři dané problematiky a stanovení jejich odpovídajících externích nákladů.

V současné době se Česká republika zabývá problematikou vlivu silniční dopravy na životním prostředí s daleko vyšší pozorností, než tomu bylo v minulosti a z pochopitelných důvodů, tak dochází i k neshodám veřejnosti k dané problematice. Skutečnosti související se silniční dopravou se teprve nyní v dostatečné míře dostávají do podvědomí široké veřejnosti využívající dopravu.

Z dané problematiky vyplývá, že udržitelný rozvoj dopravy není možný bez zavedení některých z mnoha externích nákladů do celkových nákladů na dopravu. Jedině ekonomickým zpoplatněním je člověk schopen si uvědomit skutečnou hodnotu dopravy. Snahou stále zůstává podmínka přístupnosti dopravy současným generacím bez neúnosného zatížení generací dalších.

15 Seznam použitých zdrojů

- [1] Smělý, M., Přednáška č. 1 na ústavu Soudního inženýrství: Prednaska-soudni_ing_var2.doc
- [2] Ročenka dopravy české republiky roku 2007 [online]. [cit. 2009-05-15]. Dostupné z <<http://www.sydos.cz/cs/rocenka-2007/index.html>>.
- [3] Bílá kniha o dopravě, zpráva o veřejných konzultacích (konaných od 28.října do 31.prosince 2005).
- [4] Benzin a nafta pro silniční dopravu [online]. [cit. 2009-04-09]. Dostupné z <http://www-static.shell.com/static/cz-cz/downloads/files/all_about_fuels.pdf>.
- [5] Patrik, M.: Vliv dopravy na kvalitu ovzduší a lidské zdraví [online]. 1998 [cit. 2007-09-18]. Dostupné z <<http://cde.ecn.cz/dokumenty/doprava/vliv.html>>.
- [6] Škoda auto a.s., Emise – základní informace, S00.2003.43.15, 06/00.
- [7] Adamec. V. a kol.: Doprava, zdraví a životní prostředí. Grada Publishing, a.s., 2008
- [8] Ekologický právní servis [online]. [cit. 2009-04-18]. Dostupné z <<http://emise.eps.cz/index.php?page=aktuality>>.
- [9] Jedlička, J. a kol. Studie o vývoji dopravy z hlediska životního prostředí v ČR za rok 2006. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v.v.i. 2007, 138s.
- [10] Vyhledávač směrnic a nařízení [online]. [cit. 2009-04-18]. Dostupné z <http://eur-lex.europa.eu/RECH_naturel.do>.
- [11] Kvalita motorových paliv v ČR po roce 2005 a porovnání s EU [online]. [cit. 2009-05-01]. Dostupné z <http://www.crc.cz/data/publications/kvalita_paliv_po_2005.pdf>.
- [12] Šebor, G., Kozák, P., Pospíšil, M., Blažek, J.: Vlastnosti automobilových benzinů a jejich vliv na životní prostředí, Chem. Listy 89, pp. 233-244, 1995
- [13] Vliv vývoje automobilových motorů na emise z dopravy [online]. [cit. 2006-02-10]. Dostupné z <www.recetor.muni.cz/source/transformace/autoemise_TR116.pdf>.
- [14] [online]. Dostupné z <<http://www.tuningclubbeloti.estranky.cz/archyv/iobrazek/131,132>>.

- [15] Celokovové katalyzátory [online]. Dostupné z <<http://www.katalyzatory.cz/nosic.jpg>>.
- [16] Ferenc, B.: Elektronika a zážehové motory [online]. [cit. 2006-02-10]. Dostupné z <http://vita.upol.cz/ferenc/n_mot/n.htm>.
- [17] [online]. Dostupné z <<http://www.fh-zwickau.de/forschung/fb98/34-3419.htm>>.
- [18] Katalyzátor a jeho funkce [online]. 2008 [cit. 2008-05-15]. Dostupné z <<http://www.zakruta.cz/magazin/clanek.php?cl=830>>.
- [19] Vliv provozu automobilu na životní prostředí-emise [online]. [cit. 2009-04-03]. Dostupné z <<http://www.mssch.cz/old/ma/cefic/9809cz.html>>.
- [20] Přímý vstřík benzínu GDI [online]. [cit. 2009-05-15]. Dostupné z <www.sossoukyjov.cz/studovna/soubory/4/Přímý%20vstřík%20benzínu.doc>.
- [21] Příprava směsi [online]. [cit. 2009-05-01]. Dostupné z <http://auto.amoskadan.cz/images/obrazy/vyfukovy_system.jpg>.
- [22] Tokař S., Prezentace programu PowerPoint: Katalyzátory a emise motorových vozidel, 2009
- [23] Infoservis: AdBlue – cesta ke snížení škodlivin [online]. [cit. 2009-05-01]. Dostupné z <http://www.autoklub.cz/acr/autoskoly/tech_informace/pdf/adblue_snizeni_skodlivin.pdf>.
- [24] Použití technologií SCR na splnění limitů EURO [online]. [cit. 2009-05-01]. Dostupné z <<http://www.donauchem.cz/categories/adblue®>>.
- [25] Vozy Škoda s filtrem pevných částic DPF [online]. [cit. 2009-05-19]. Dostupné z <http://www.carmotor.cz/includes/skoda-auto/filter_DPF_CZE.pdf>.
- [26] Zkapalněný zemní plyn – LNG [online]. [cit. 2009-05-15]. Dostupné z <http://www.cng.cz/cs/zemni_plyn/alternativni_pohonne_hmoty/>.
- [27] Hluk a vibrace [online]. [cit. 2009-05-15]. Dostupné z <http://aldebaran.feld.cvut.cz/vyuka/zivotni_prostredi/prednasky/ZP_prednaska_11_v6.doc>.
- [28] brožura: Abgastechnik von Eberspacher,

- [29] Ročenka dopravy, Ministerstvo dopravy 2007 [online]. [cit. 2009-05-15]. Dostupné z <http://www.sydos.cz/cs/rocenka-2007/rocenka/htm_cz/index.html>.
- [30] Transport related Health effects with a particular focus on Children, transnational project and workshop, Vienna THE-PEP WHO-UNCE, 2004
- [31] Wodlr Health Report 2002: Reducing risks, promoting healthy life, Geneve 2002
- [32] Verhoef E. External effects and social costs of road transport. Transportation Research, 1994, Vol. 28A
- [33] Holman R. Ekonomie. 3. akt. vydání, Praha C.H.Beck, 2002
- [34] Kubátová K. Vítel L. Daňová politika: teorie a praxe 1. vydání, Praha: CODEX Bohemia, 1997
- [35] Česmad Bohemia [online]. [cit. 2009-05-01]. Dostupné z <<http://www.prodopravce.cz/informace-39.php>>.
- [36] Listina základních práv a svobod. Ústavní zákon č. 2/1993 Sb. ve znění ústavního zákona č. 162/1998 Sb.
- [37] Národní program přípravy na stárnutí na období let 2003-2007 [online]. [cit. 2009-05-19]. Dostupné z <<http://www.mpsv.cz/clanek.php?lg=1&id=1057>>.
- [38] Bauman Z. globalizace: Důsledky pro člověka, Mladá fronta 1999, také [online]. [cit. 2009-05-01]. Dostupné z <<http://inpeg.ecn.cz/frames/globalizace/bauman.html>>.
- [39] Božek, F., Urban, R., Zemánek, Z. Recyklace. Vyškov: MoraviaTisk, 2003, 238 s. ISBN 80-238-9919-8.
- [40] Lešinský, J. Automobilismus a koloběh materiálu. In Odpady, 1999, č. 4, s. 8-10. ISSN 1210-4922.
- [41] Adamec, V., Jedlička, J., Marková, P.: Nebezpečné látky a odpady v dopravě [online]. říjen 2006 [cit. 2009-04-03]. Dostupné z <<http://www.czrso.cz/index.php?id=433>>.
- [42] Nakládání s autovlaky [online]. [cit. 2009-05-01]. Dostupné z <<http://www.mesto-bohumin.cz/cz/o-meste/ekologicke-okenko/4029-nakladani-s-autovraky.html>>.

- [43] Ihned.: Šrotovné jen na vraky s technikou a pojistkou [online]. [cit. 2009-05-19]. Dostupné z <<http://www.tipcar.cz/srotovne-jen-na-vraky-s-technikou-a-pojistkou-4046.html>>.
- [44] Likvidace autovraků v Evropě a USA. [online]. [cit. 2009-05-01]. Dostupné z <<http://www.isva.cz> [online] [cit. 2006-03-23]>.
- [45] Sýkora, O. Kovošrot Praha, a.s. in Automobilový trh ČR po vstupu do EU – systém recyklace autovraků, Odborná konference, Praha, 25.11. 2003.
- [46] Janků, V.: Semestrální práce z předmětu Životní prostředí [online]. [cit. 2009-05-15]. Dostupné z <http://envi.upce.cz/pisprace/ks_pce/janku.pdf>.
- [47] Modernizace výuky na fakultě Stavební VUT v Brně v rámci bakalářských a magisterských studijních programů, CZ.04.1.03/3.2.15.2/0292: Přednáška číslo 7, Mimoúrovňové křižovatky, 2007
- [48] ČTK: Kvalita pohonných hmot je lepší [online]. 2007 [cit. 2009-05-15]. Dostupné z <http://auto.idnes.cz/kvalita-pohonnych-hmot-je-lepsi-dne-/automoto.asp?c=A071014_134750_automoto_fdv>
- [49] Jirásková, M.: Scania Ecocruise zvládá zásady ekonomické jízdy [online]. [cit. 2009-05-19]. Dostupné z <<http://stavebni-technika.cz/clanky/scania-ucocruise-zvlada-zasady-ekonomicke-jizdy/>>.
- [50] Proč kolo patří do města [online]. [cit. 2009-05-01]. Dostupné z <<http://www.nadacepartnerstvi.cz/p-13224>>
- [51] Modernizace výuky na fakultě Stavební VUT v Brně v rámci bakalářských a magisterských studijních programů, CZ.04.1.03/3.2.15.2/0292: Přednáška číslo 10, návrh stezek pro cyklisty, 2007
- [52] Fórum [online]. [cit. 2009-05-05]. Dostupné z <<http://www.vw-club.cz/viewtopic.php?f=34&t=44778&start=0>>.
- [53] Problematické svícení motorových vozidel ve dne a ochrana atmosféry [online]. Duben 2008 [cit. 2009-05-18]. Dostupné z <http://www.ekolist.cz/nazor.shtml?AA_SL_Session=10524fab7e086fa38d65350fb947bbf4&nocache=invalidate&sh_itm=f5952ce813a6533af34eb434f7dc8139&sel_ids=1>.

- [54] Rakousko: denní svícení může být nebezpečné! [online]. Říjen 2007 [cit. 2009-05-19]. Dostupné z <<http://www.autoweb.cz/autonovinky-nova-auta/rakousko-denni-sviceni-muze-byt-nebezpecne/12775>>
- [55] HK ČR a IDE VŠE PRAHA: Analýza zavedení šrotovného v ČR [online]. [cit. 2009-05-01]. Dostupné z <www.komora.cz/Files/aHonza09/Fotky/334/srotovne_analyza_HKaVSE2.doc>
- [56] Kopáč, K.: Čeští manažeři nesouhlasí se šrotovným [online]. Květen 2009 [cit. 2009-05-19]. Dostupné z <http://ekonomika.idnes.cz/cesti-manazeri-nesouhlasi-se-srotovnym-f0a-/ekonomika.asp?c=A090510_191052_ekonomika_dp>
- [57] Ihned.cz: Cenu starých aut zvýší ekologické poplatky až o deset tisíc [online]. 2008 [cit. 2009-05-05]. Dostupné z <<http://ekonomika.ihned.cz/c1-30904940-cenu-starych-aut-zvysi-ekologicke-poplatky-az-o-deset-tisic>>.
- [58] Zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích [online]. [cit. 2009-05-19]. Dostupné z <<http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb01056&cd=76&typ=r>>.
- [59] © 2009 autorada.cz: Eko-poplatky za přepis starších vozů [online]. [cit. 2009-05-01]. Dostupné z <<http://www.autorada.cz/prodavam-auto/7-eko-poplatky-za-prepis-starsich-vozu/>>.
- [60] IDNES.cz: Kvůli krizi nezapomínejme na záchranu životů [online]. Únor 2009 [cit. 2009-05-18]. Dostupné z <<http://romanonderka.blog.idnes.cz/c/71166/Kvuli-krizi-nezapominejme-na-zachranu-zivotu.html>>.
- [61] Pokorný, P.: Opatření zaměřené na začínající řidiče [online]. Únor 2006 [cit. 2009-05-01]. Dostupné z <<http://www.czrso.cz/index.php?id=372>>.
- [62] U nás se nekouří [online]. [cit. 2009-05-01]. Dostupné z <<http://www.pardubice.educanet.cz/sd/novinky/vybrane-zpravy/Moodle.html>>.
- [63] Příloha časopisu Ochrana ovzduší/duben 2005, Kompendium ochrany kvality ovzduší /část 5/ - znečištění ovzduší z dopravy

- [64] [online]. [cit. 2009-05-18]. Dostupné z
<<http://www.citybikes.cz/image/product/viditelnost.jpg>>.
- [65] Životní prostředí – prostředí pro život [online]. [cit. 2009-05-01]. Dostupné
z<[http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/\\$pid/CENMSFNFWUOS/\\$FILE/
publikace_net.pdf](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/CENMSFNFWUOS/$FILE/publikace_net.pdf)>

16 Seznam použitých symbolů

NO_x – Oxidy dusíku

O₃ – přízemní ozón + smog

CO – Oxid uhelnatý

SO₂ – oxid siřičitý

PAU – polyaromatické uhlovodíky

NEL – nepolární extrahované látky

HC – nespálené uhlovodíky

CO₂ – oxid uhličitý

PAHs – polycyklické aromatické uhlovodíky

MTBE – Methyl-terc.-butylether

PCB – Polychlorované bifenyly

PAH – Plán odpadového hospodářství

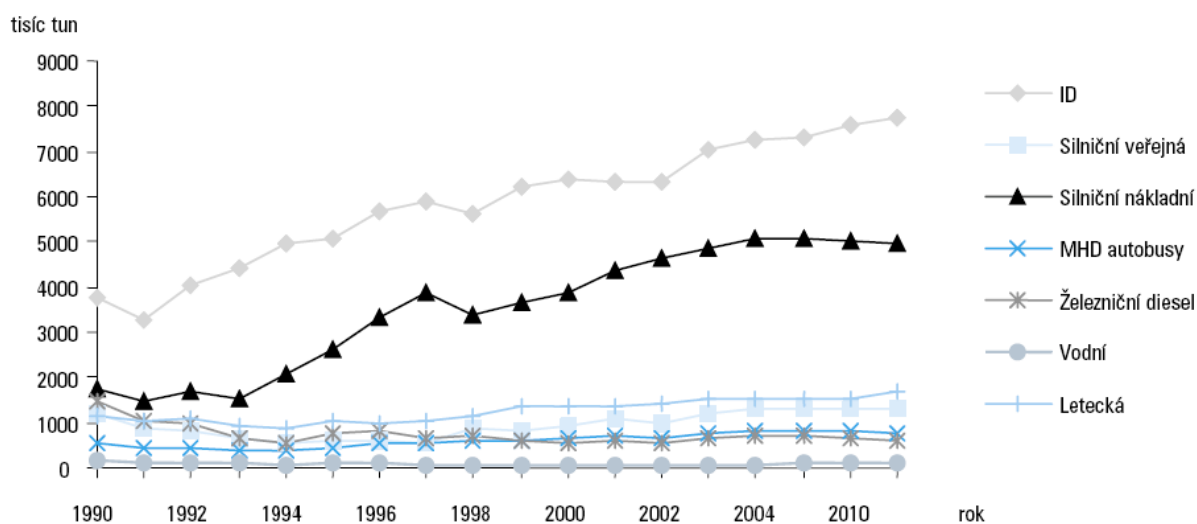
VOCs – těkavé organické látky

ID – individuální doprava

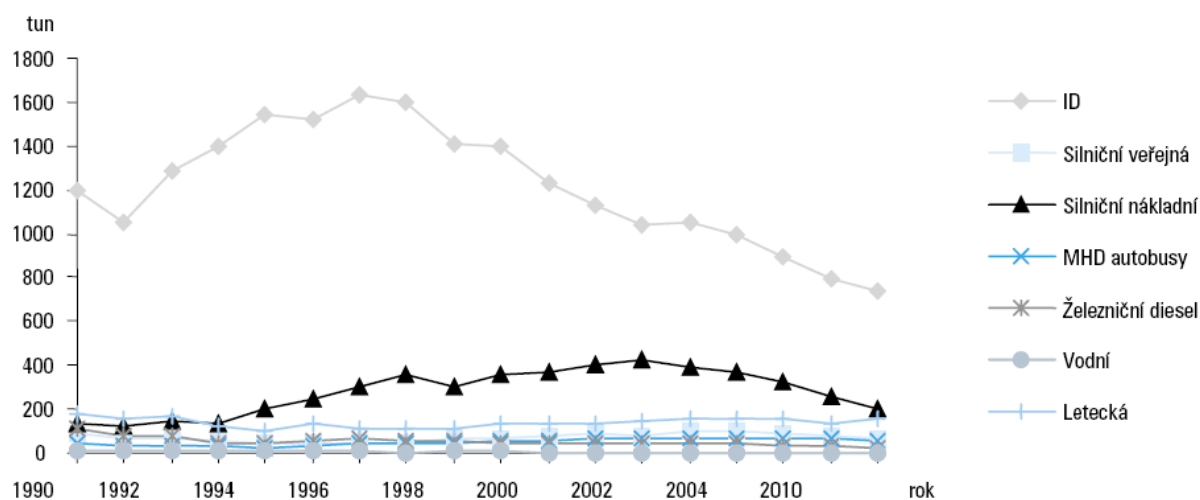
Příloha I Množství výfukových plynů v dopravě + prognózy

Druh polutantu	Rok					
	2000	2003	2004	2005	2006	2007
CO ₂	12 252,0	15 687,0	16 700,0	18 191,0	18 514,0	19 333,0
CO	278,4	255,8	235,6	232,8	213,1	202,7
No _x	96,8	96,8	95,5	101,6	97,1	93,2
N ₂ O	1,4	2,0	2,3	2,4	2,5	2,7
těkavé organické látky	60,0	51,4	47,8	47,3	42,3	40,2
CH ₄	1,8	1,9	1,8	1,9	1,8	1,8
SO ₂	1,7	2,3	2,6	0,6	0,6	0,7
Částice	4,9	5,6	5,7	6,3	6,4	6,4
Pb	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

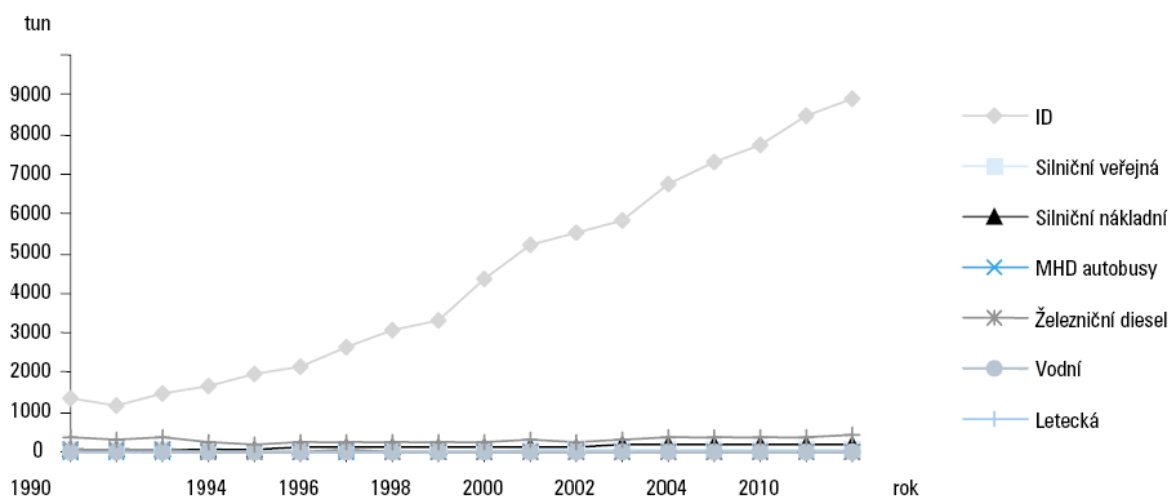
Tab. 1. Celkové emise z dopravy, Pozn.: Údaje v tabulkách jsou vypočteny na základě metodiky vypracované v rámci výzkumného projektu pro MD [29].



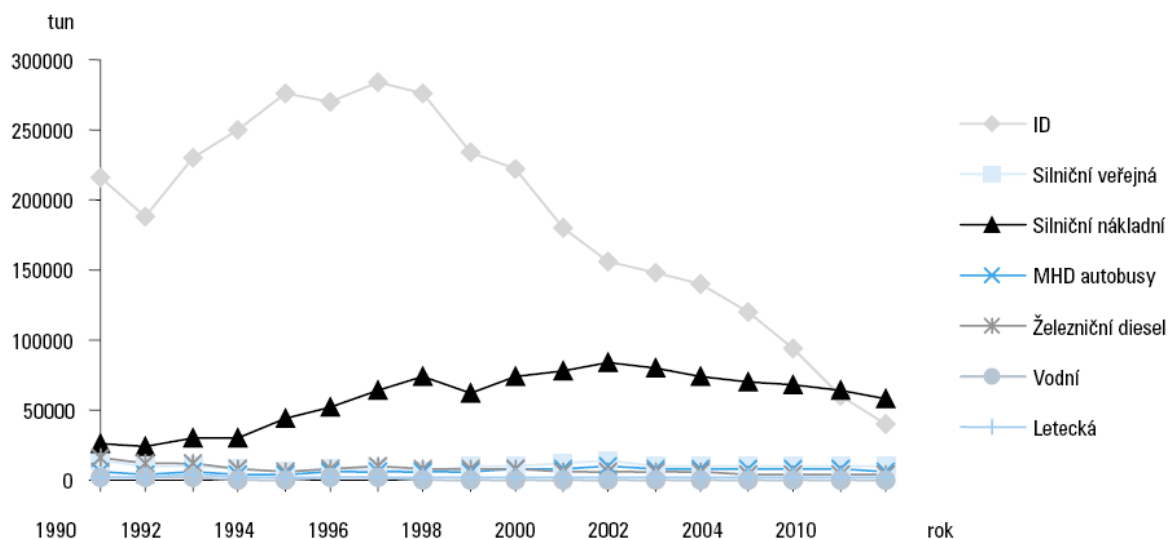
Graf 1, Vývoj a prognóza emisí oxidu uhličitého [63].



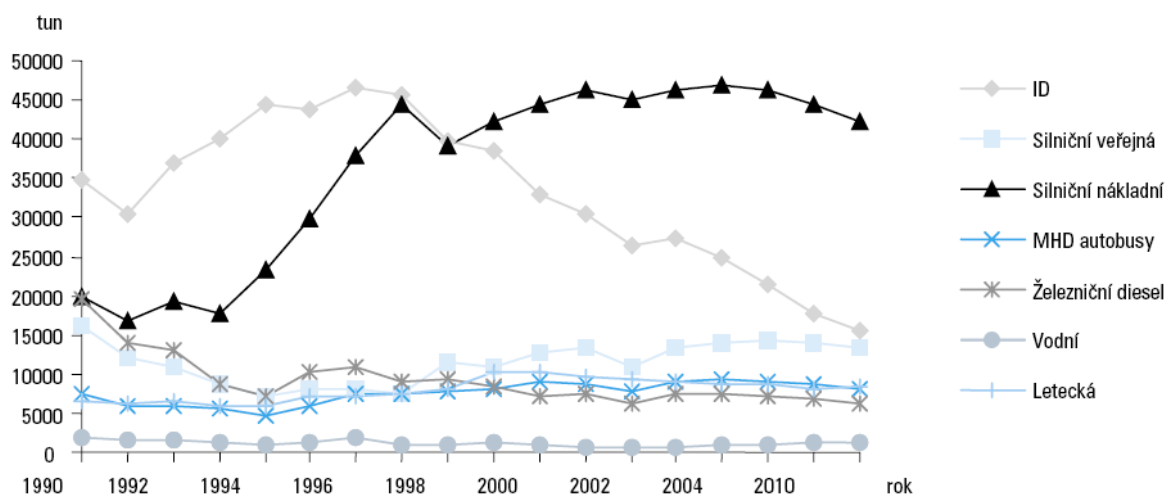
Graf 2, Předpokládaný vývoj emisí metanu [63].

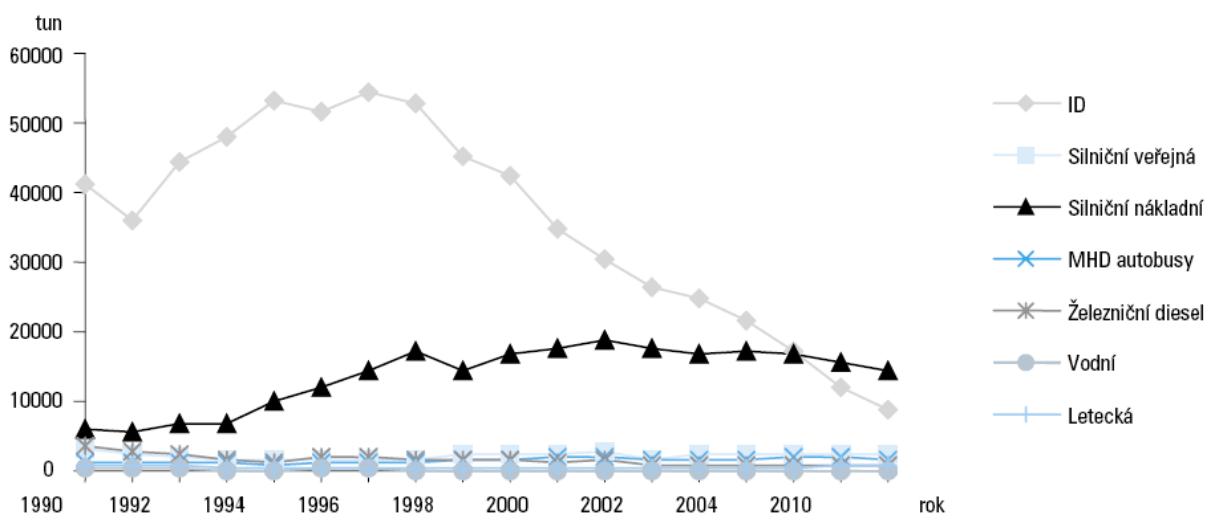


Graf. 3, Vývoj a prognóza emisí oxidu dusného [63].

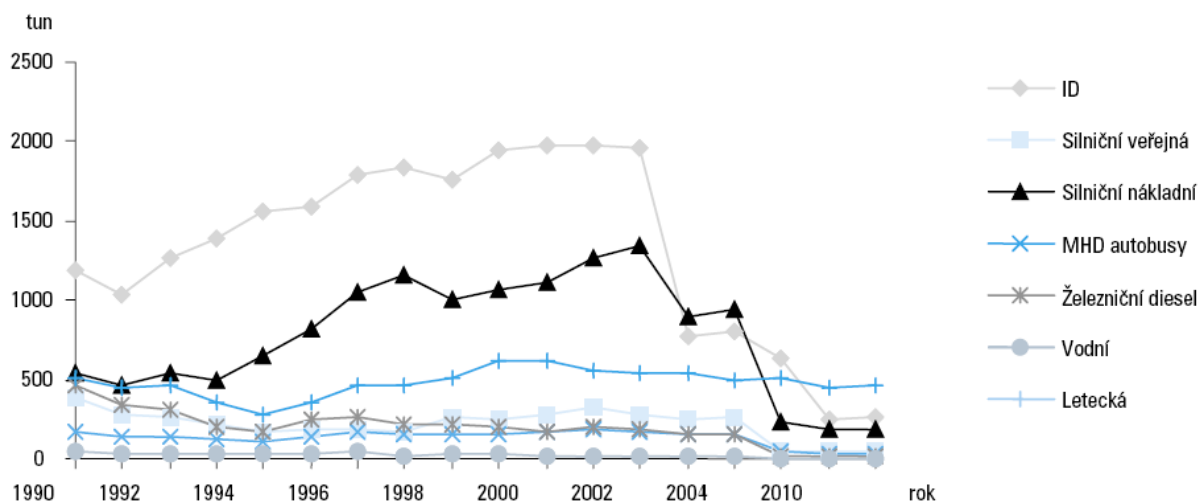


Graf. 4, Vývoj a prognóza emisí oxidu uhelnatého [63]

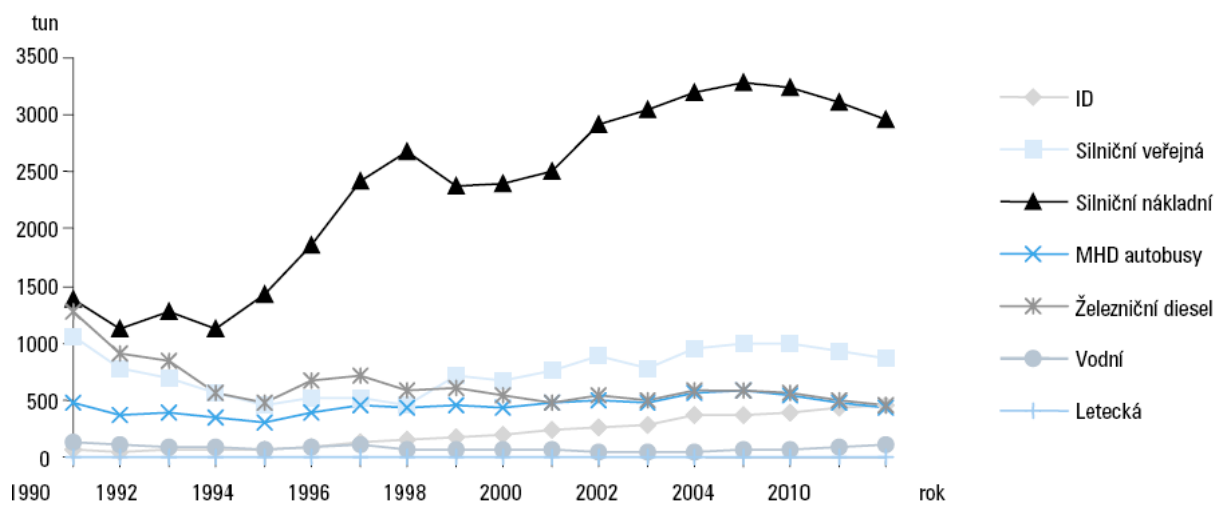
Graf. 5, Vývoj a prognóza emisí oxidů dusíku (mimo N²O) [63].



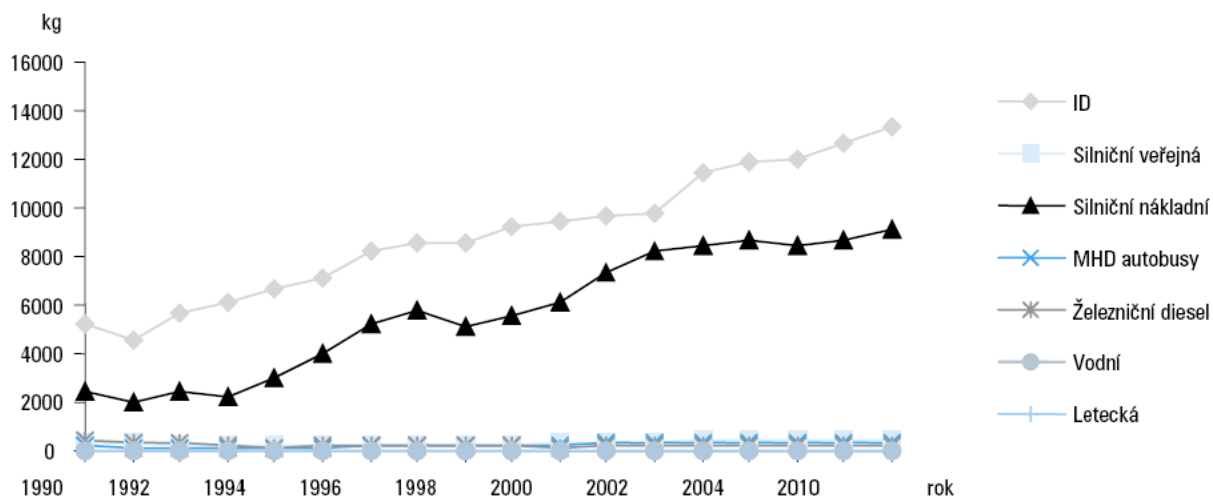
Graf. 6, Vývoj a prognóza emisí NM VOC [63].



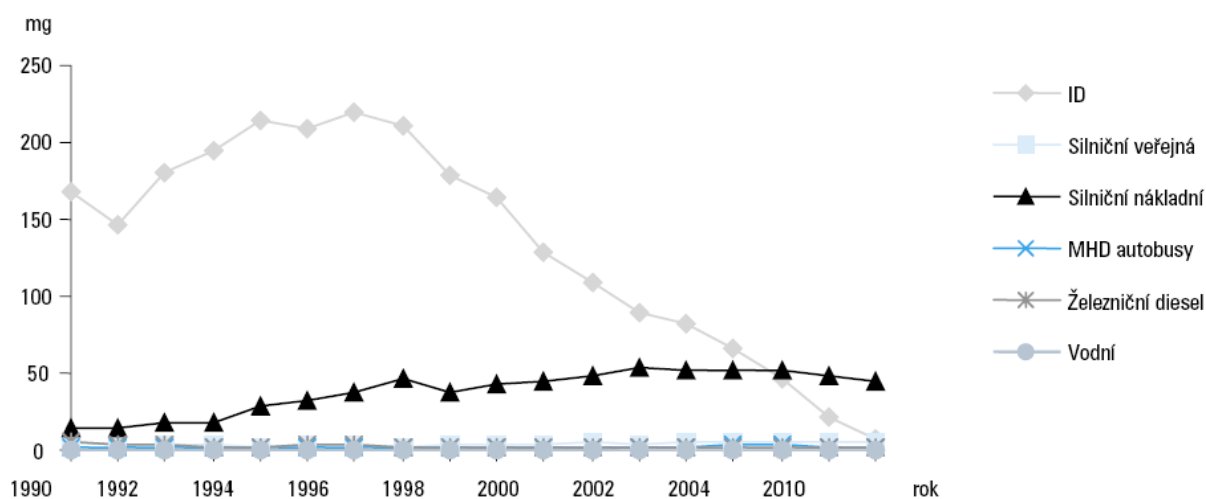
Graf. 7, Vývoj a prognóza emisí oxidu siřičitého [63].



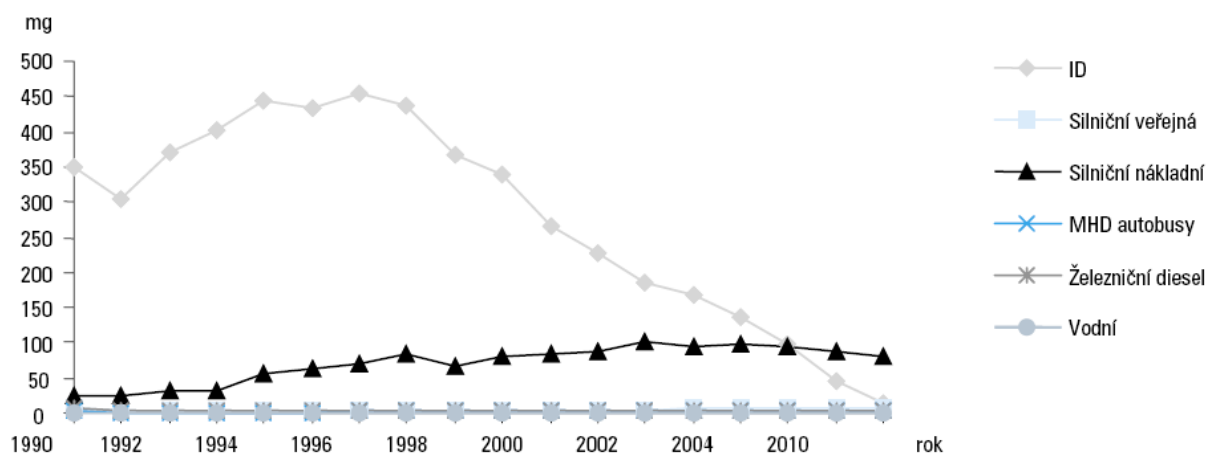
Graf. 8, Vývoj a prognóza emisí pevných částic [63].



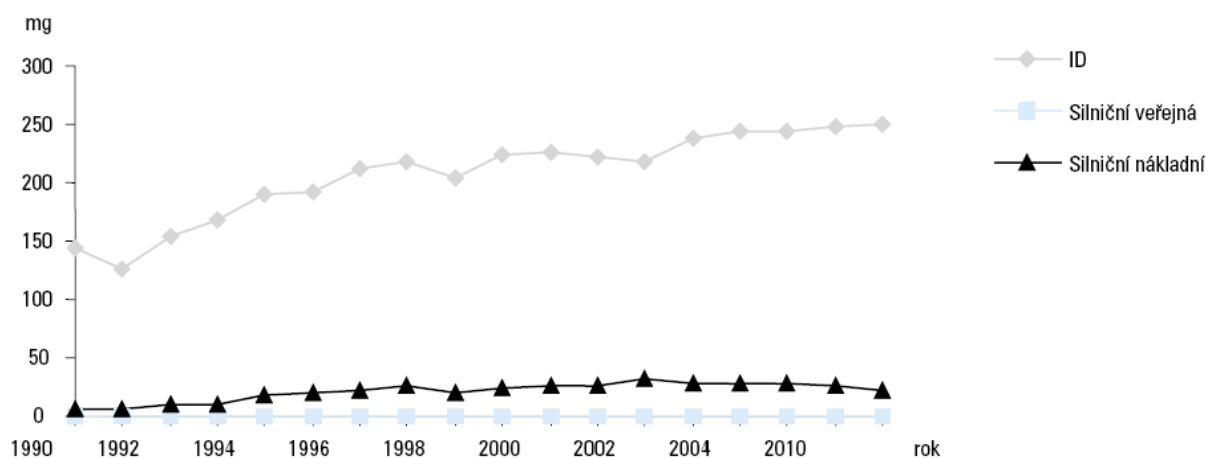
Graf. 9, Vývoj a prognóza emisí polyaromatických uhlovodíků [63].



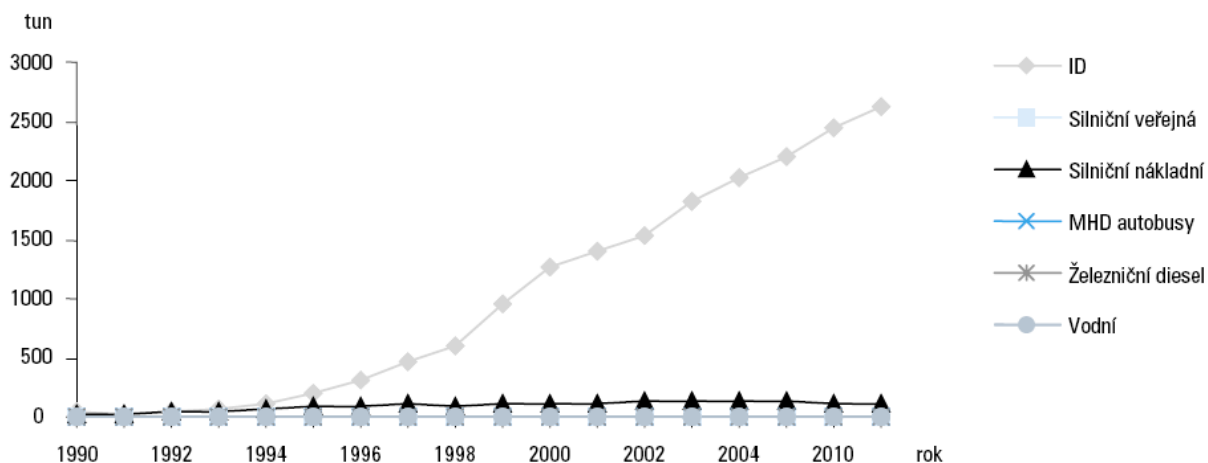
Graf. 10, Vývoj a prognóza emisí PCDD [63].



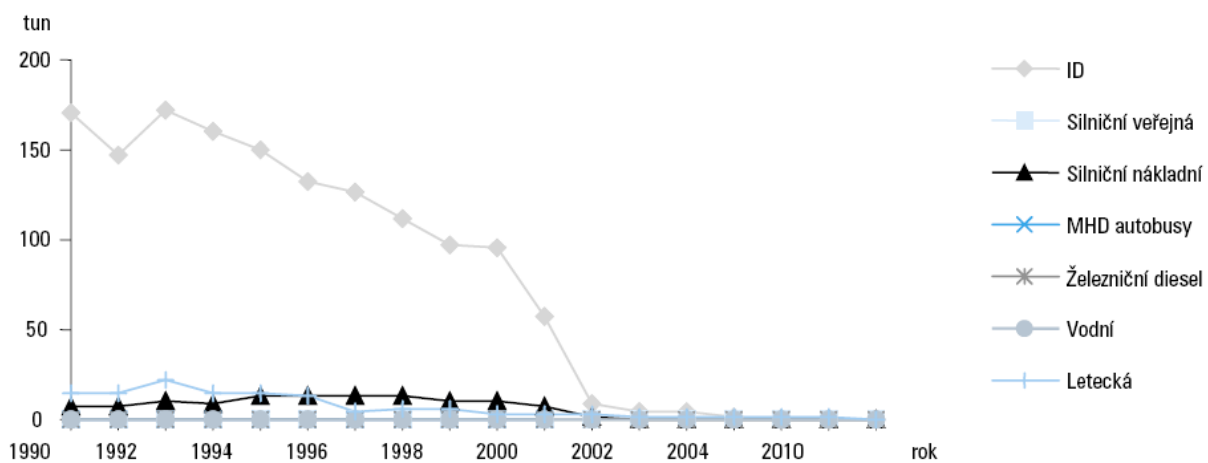
Graf. 11, Vývoj a prognóza emisí PCDF [63].



Graf. 12, Vývoj a prognóza emisí PBC [63].



Graf. 13, Vývoj a prognóza emisí amoniaku [63].



Graf. 14, Vývoj a prognóza emisí olova [63].